

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-146758

(43)Date of publication of application : 26.05.2000

(51)Int.Cl.

G01M 11/02

G03F 1/08

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 10-327629

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.11.1998

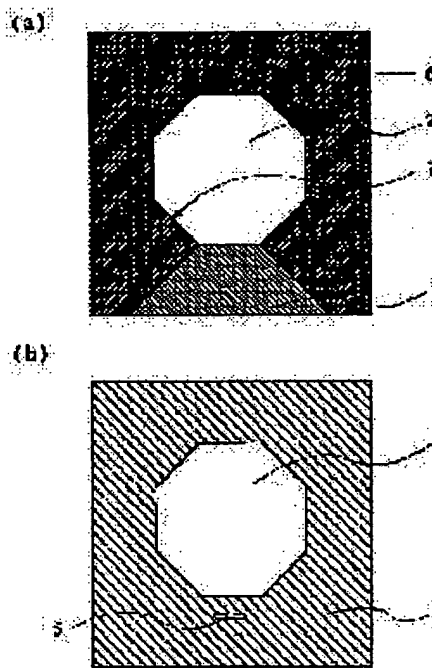
(72)Inventor : HAYANO KATSUYA
HASEGAWA NORIO

(54) LENS ABERRATION MEASURING METHOD, PHOTOMASK USED THEREFOR AND FABRICATION OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten the measuring time of lens aberration of the projection lens in an aligner while increasing the yield of product.

SOLUTION: The method for measuring lens aberration comprises a step for preparing a halftone phase shift mask, i.e., a photomask for inspection having an inspection pattern 2 formed by a film 6 for shielding the exposing light and a halftone phase shift film 1, a step for fixing the halftone phase shift mask to a reduction projection aligner and transferring the inspection pattern 2 to a resist film 3 by means of the reduction projection aligner, and a step for comparing the transferred inspection pattern 4 with a transfer reference pattern and detecting a pattern 5 being formed on the periphery of the pattern 4 by the halftone phase shift film 1 when the aligner has a coma. According to the method, coma of the projection lens in the reduction projection aligner can be measured automatically.



LEGAL STATUS

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
)

識別記号

F I

ターコード(参考)

H 0 1 L 21/30

5 1 6 A

Fターム(参考) 2G086 HH06

2H095 BB02 BB03

5F046 AA25 BA04 CB12 CB17 DA13

DB05

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention is applied to aberration measurement of the lens prepared in the aligner about a semi-conductor manufacturing technology, and relates to an effective technique.

[0002]

[Description of the Prior Art] the technique explained below -- this invention -- research -- it faces completing, this invention person inquires, and the outline is as follows.

[0003] In the contraction projection aligner (it is also called a stepper and is only henceforth called an aligner) used in the exposure process of a semi-conductor production process, a receiving inspection is conducted at the time of the installation.

[0004] As one of the receiving inspection of this, inspection of the projection lens installed in the aligner is conducted. Said inspection measures the amount of comatic aberration of a projection lens, and inspects whether a measurement result is in tolerance.

[0005] Here, measurement of the comatic aberration of the projection lens of an aligner prepares the halftone phase shift mask with which the inspection pattern was formed, when it is exposed using this mask, it detects the circumference pattern called the side peak formed around an imprint inspection pattern, and it is calculating the light exposure of the side peak in each point of measurement using the scanning electron microscope called SEM (Scanning Electron Microscope).

[0006] In addition, the aberration measuring method of a lens is indicated by JP,6-120118,A and JP,6-249748,A, for example.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in aberration measurement of the projection lens in the above mentioned technique, since the light exposure of the side peak in each point of measurement is calculated using SEM consequently, to require the great measuring time is made into a problem.

[0008] The purpose of this invention is to offer the manufacture approach of of the photo mask and semiconductor device which are used for the lens distortion measuring method and it which aim at shortening of the measuring time of lens distortion, and improvement in the yield of a product.

[0009] The other purposes and the new description will become clear from description and the accompanying drawing of this specification along [said] this invention.

[0010]

[Means for Solving the Problem] It will be as follows if the outline of a typical thing is briefly explained among invention indicated in this application.

[0011] Namely, the process for which a checking photo mask with the inspection pattern formed with the light-shielding film to which the lens distortion measuring method of this invention shades exposure light, and a semi-transparent membrane is prepared, The process which attaches said photo mask in an aligner and imprints said inspection pattern on the resist film with this aligner, The imprint inspection pattern and criteria pattern which were imprinted on said resist film are compared. When the projection

lens of said aligner has comatic aberration, it has the process which detects the circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern with said semi-transparent membrane, and the amount of comatic aberration in said projection lens of said aligner is measured automatically.

[0012] Thereby, the measuring time of the amount of comatic aberration of the projection lens of an aligner can be shortened.

[0013] In addition, the receiving inspection at the time of aligner installation can be made simple by measuring the amount of comatic aberration of a projection lens automatically.

[0014] It becomes possible to be able to reduce generating of the defect of the product by lens distortion reason, consequently to raise the yield of a product by this.

[0015] Moreover, the inspection pattern which the photo mask of this invention is the checking thing of an aligner, and is surrounded by the border line which consists of a light-shielding film which shades exposure light, and a semi-transparent membrane is formed. The imprint inspection pattern and criteria pattern which were exposed and formed using this photo mask are compared. When the projection lens of an aligner has comatic aberration, with said semi-transparent membrane, the circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern is detected, and it is used for the automatic measure of the amount of comatic aberration of said projection lens.

[0016] Furthermore, the process for which a checking photo mask with the inspection pattern formed with the light-shielding film to which the manufacture approach of the semiconductor device of this invention shades exposure light, and a semi-transparent membrane is prepared, The process which attaches said photo mask in an aligner and imprints said inspection pattern on the resist film with this aligner, The circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern with said semi-transparent membrane when the imprint inspection pattern and criteria pattern which were imprinted on said resist film are compared and the projection lens of said aligner has comatic aberration is detected. The process which measures automatically the amount of comatic aberration in said projection lens of said aligner, In case said amount of comatic aberration is in tolerance, it has the process which uses said aligner and is exposed to a semi-conductor substrate, and the process which acquires a semiconductor chip from said semi-conductor substrate after said exposure, and assembles a semiconductor device using this semiconductor chip.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail based on a drawing.

[0018] Drawing 1 is the pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern by the inspection pattern formed in the halftone phase shift mask which is a photo mask of this invention, and this inspection pattern. The inspection pattern of a photo mask and (b) (a) The imprint inspection pattern on the resist film, The variation diagram on the strength [optical] showing the measurement data of the relation between the halftone field dimension at the time of drawing 2 using the halftone phase shift mask with which the inspection pattern shown in drawing 1 (a) was formed, and the optical reinforcement of a side peak, Drawing 3 is drawing showing an example of distribution of the optical reinforcement at the time of imprinting using the halftone phase shift mask with which the inspection pattern shown in drawing 1 was formed, and the photo mask of the example of a comparison. Optical intensity distribution with the halftone phase shift mask which shows (a) to drawing 1 , Optical intensity distribution according [(b)] to the photo mask of the example of a comparison and drawing 4 are the pattern Figs. showing an example of the imprint inspection pattern by the inspection pattern by the phase shift film formed in the halftone phase shift mask, and this inspection pattern. The inspection mask pattern by the phase shift film and (b) (a) The imprint inspection pattern on the resist film, Drawing 5 is the pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern by the inspection pattern formed in the halftone phase shift mask used for the lens distortion measuring method of this invention, and this inspection pattern. The inspection pattern of a photo mask and (b) (a) The imprint inspection pattern on the resist film, Drawing 6 is the pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint criteria pattern by the criteria pattern formed in the photo mask for a comparison used for the lens distortion measuring method of this

invention, and this criteria pattern. The criteria pattern of a photo mask and (b) (a) The imprint criteria pattern on the resist film, The mask pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the inspection pattern group formed in the halftone phase shift mask with which drawing 7 is used for the lens distortion measuring method of this invention, and a criteria pattern group, The imprint pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern group at the time of drawing 8 - drawing 12 imprinting using the halftone phase shift mask shown in drawing 7, and an imprint criteria pattern group, Drawing 13 is drawing showing an example of the pattern arrangement field at the time of using pattern test equipment in the lens distortion measuring method of this invention, and equipment inspection area. The configuration schematic diagram showing an example of the configuration of the wafer visual-inspection equipment which an inspection pattern group and (b) are set in a criteria pattern group, and (a) sets drawing 14 for the lens distortion measuring method of this invention, and is used, The outline block diagram showing the configuration of the stepper which is an example of an aligner which uses drawing 15 by the lens distortion measuring method of this invention, drawing 16, and drawing 17 are the important section sectional views showing an example of the manufacture approach of the semiconductor device using the stepper shown in drawing 15.

[0019] The lens distortion measuring method of the gestalt of this operation is used, in case the amount of the comatic aberration which is one of the lens distortion of the projection lens prepared in the aligner used at the exposure process of a semi-conductor production process is measured automatically using wafer visual-inspection equipment, and the amount of comatic aberration of a projection lens is measured automatically in the time of a receiving inspection of an aligner etc., for example, it inspects whether this measurement result is tolerance.

[0020] First, the photo mask used by said lens distortion measuring method is explained.

[0021] Said photo mask is the checking thing of an aligner (it is henceforth called the checking photo mask 10 (refer to drawing 15)), and takes up and explains the stepper (it is also called a contraction projection aligner) shown in drawing 15 as an example of an aligner with the gestalt of this operation.

[0022] The light-shielding film 6 to which said checking photo mask 10 shades exposure light as shown in drawing 5, It is the halftone phase shift mask with which the inspection pattern 2 surrounded by the border line 7 which consists of halftone phase shift film 1 which is a semi-transparent membrane was formed in the glass substrate. The imprint criteria pattern 11 (criteria pattern) shown in the imprint inspection pattern 4 exposed and formed using this checking photo mask 10 and drawing 6 (b) is compared. When the projection lens 108 of a stepper (aligner) has comatic aberration, with the halftone phase shift film 1, the circumference pattern 5 (refer to drawing 5 (b)) formed in the perimeter of the imprint inspection pattern 4 is detected, and it is used for the automatic measure of the amount of comatic aberration of the projection lens 108.

[0023] In addition, the circumference pattern 5 is formed of the light (it is called the side peak 8 which shows this to drawing 3 (a)) imprinted among exposure light around the imprint inspection pattern 4, and, originally is an unnecessary pattern.

[0024] Moreover, the halftone phase shift film 1 which is semi-transparent membrane is the inspection pattern 2 (that is, transperence pattern) and translucent film which the phase of light reversed mostly.

[0025] That is, the halftone phase shift film 1 is film with which it was substantially [the phase of light / as the inspection pattern 2] reversed translucent.

[0026] The gestalt of this operation explains the case where the inspection pattern 2 formed in the checking photo mask 10 is a polygon, it is formed with the halftone phase shift film 1 whose one side of the inspection pattern 2 of a forward octagon is a semi-transparent membrane while taking up the case of a forward octagon as an example of this polygon, and the seven sides of further others are formed of the light-shielding film 6.

[0027] That is, the checking photo mask 10 has the field of three kinds of permeability in the field of the transparent inspection pattern 2, the field of the halftone phase shift film 1, and the field of a light-shielding film 6, as shown in drawing 1 (a).

[0028] In addition, a light-shielding film 6 is film formed of Cr, and the halftone phase shift film 1 is for example, CrON film.

[0029] Here, the measuring method of the side peak 8 which forms the circumference pattern 5 is explained.

[0030] First, use only one side of the upper part of the inspection pattern 2 as the halftone phase shift film 1 among the side which the inspection pattern 2 which shows the side peak 8 generated when the halftone phase shift film 1 is formed to drawing 1 (a) for the purpose of generating only the side which the polygon pattern chose chose, and drawing, and let other other seven sides be light-shielding films 6.

[0031] Under the present circumstances shows the flat-surface light intensity distribution of the inspection pattern 2 to drawing 3 (a) (when the halftone phase shift film 1 is used). Moreover, optical intensity distribution in case the inspection pattern 2 of the example of a comparison of a forward octagon as shown in drawing 4 (a) is formed only with the halftone phase shift film 1 and drawing 3 (b) does not have comatic aberration in the projection lens 108 of an aligner are shown (drawing 4 (b) shows the case where there is comatic aberration).

[0032] In that case, as shown in drawing 3 (b), the side peak 8 occurs equally around each side of the imprint inspection pattern 4.

[0033] On the other hand, by using the checking photo mask 10 of the gestalt of this operation, as shown in drawing 3 (a), the side peak 8 of only one side of the imprint inspection pattern 4 can be generated alternatively. By performing a pattern imprint using this checking photo mask 10, as shown in drawing 1 (b), formation of the circumference pattern 5 by the imprint of a up to [the resist film 3 of the side peak 8] is attained only at one side of the imprint inspection pattern 4 of a forward octagon, and, thereby, evaluation of the side peak 8 which each side of the pattern of a forward octagon separated is attained.

[0034] Moreover, in the field formed with the halftone phase shift film 1 shown in drawing 1 (a), distance from that pattern edge is set to h (halftone field dimension), and what measured change of the optical reinforcement of the side peak 8 over this halftone field dimension is shown in drawing 2.

[0035] Here, it was referred to as λ (exposure wavelength) = 0.248 micrometers and NA (numerical aperture of lens) = 0.55, and, as for halftone section permeability, in the inspection pattern 2, one side inquired according to 5.5% of conditions in opposite Ayr using the hole pattern with a forward octagon of 1 micrometer (it is 5 micrometers when a contraction scale factor is 1/5 on a mask).

[0036] Although side peak light reinforcement has large fluctuation in less than $h = 0.35$ micrometers as shown in drawing 2, since it is mostly stabilized in $h \geq 0.35$ micrometers or more, It becomes possible by being able to express the distance h from a pattern edge (referring to drawing 1 (a)) with $h = k \lambda / \text{NA}$ (λ : exposure wavelength, numerical aperture of NA: lens, k : constant), and forming on condition that predetermined as $k \geq 0.78$ to be stabilized and to generate the side peak 8.

[0037] In addition, the comatic aberration of the projection lens 108 of the contraction projection aligner which is a stepper is distributed within the lens. When it is the inspection pattern 2 of the forward octagon formed only with the halftone phase shift film 1 as shown in drawing 4 (a), and lens distortion exists, the circumference pattern 5 by the peak ***** side peak 8 of optical reinforcement unnecessary to a pattern imprint is asymmetrically formed in the resist film 3 on both sides of the imprint inspection pattern 4, as shown in drawing 4 (b).

[0038] How to measure comatic aberration using this phenomenon is shown in Japanese Patent Application No. No. 30028 [nine to], and Japanese Patent Application No. No. 204176 [nine to]. The measuring method of the comatic aberration indicated by these is an approach of searching for comatic aberration according to the ratio of the light exposure of the part which light exposure was changed and the side peak 8 imprinted first in each side of a polygon pattern, and the light exposure in the part which the side peak 5 imprinted at the last, and the direction which these generated.

[0039] Next, the lens distortion measuring method of the gestalt of this operation using this approach is explained.

[0040] First, the outline of the configuration of a stepper (contraction projection aligner) indicated to be wafer visual-inspection equipment shown in drawing 14 used in said lens distortion measuring method to drawing 15 is explained.

[0041] The wafer visual-inspection equipment shown in drawing 14 is an appearance defect (foreign matter adhesion) in the middle of down stream processing of the semi-conductor wafer 205. With the

Banking Inspection Department 201 which detects a pattern defect, a blemish, etc. automatically, picks out the semi-conductor wafer 205 which is the sample substrate which was held in the wafer cassette 206 and conveyed from the wafer cassette 206, and conducts defective inspection. It is constituted by the monitor section 202 which projects the detected defect and is used for observation and a classification of defect, the control unit 203 which performs various actuation about inspection processing, and the output section 204 which outputs an inspection result as a defective wafer map, a defective data list, etc.

[0042] Moreover, the stepper shown in drawing 15 is equipped with the light source 101 which emits exposure light, and the exposure light emitted from this light source 101 irradiates the photo mask 106 for exposure through the fly eye lens 102, a condensing lens 103, 105, and a mirror 104.

[0043] In addition, the pellicle 107 for preventing the poor pattern imprint by foreign matter adhesion depending on the case is formed in the photo mask 106 for exposure. The mask pattern formed in the photo mask 106 for exposure is projected through the projection lens 108 on the semi-conductor wafer 109 which is a sample substrate.

[0044] Furthermore, the photo mask 106 for exposure is laid on the mask stage 118 controlled by the mask position control means 117, and, as for the core and optical axis of the projection lens 108, alignment is performed with high precision.

[0045] Vacuum adsorption maintenance of the semi-conductor wafer 109 is carried out on the sample base 110.

[0046] Moreover, the sample base 110 is laid on movable, the direction of an optical axis, i.e., the Z direction, of the projection lens 108, Z stage 111, and is further carried on X-Y stage 112.

[0047] Since Z stage 111 and X-Y stage 112 are driven by each driving means 113, 114 according to the control instruction from the main control system 119, it has become movable in the desired exposure location, and the monitor of the location is carried out with high precision by the laser measuring machine 115 as a location of the mirror 116 fixed to Z stage 111.

[0048] By the lens distortion measuring method of the gestalt of this operation, the checking photo mask 10 (halftone phase shift mask) with the inspection pattern 2 formed with the halftone phase shift film 1 which is the light-shielding film 6 and semi-transparent membrane which shade a mask pattern, i.e., exposure light, as shown in drawing 5 (a) first is prepared.

[0049] In addition, with the gestalt of this operation, the inspection pattern 2 is a polygon and takes up the case of a forward octagon as an example of this polygon. Therefore, one side of a forward octagon is formed with the halftone phase shift film 1, and other seven sides where said polygon is other are formed by the light-shielding film 6 which consists of chromium etc.

[0050] The circumference pattern 5 formed by this from the side peak 8 of one side used as the halftone phase shift film 1 is detected, and lens distortion is measured.

[0051] In addition, the gestalt of this operation explains, using a die to die method as said lens distortion measuring method.

[0052] Therefore, the inspection pattern 2 shown in drawing 5 (a) which becomes the checking photo mask 10 from a light-shielding film 6 and the halftone phase shift film 1, and the criteria mask pattern 9 shown in drawing 6 (a) formed only of the light-shielding film 6 become a pair, and is formed.

[0053] Moreover, the inspection pattern 2 shown in drawing 5 (a) among each mask pattern is the thing of the forward octagon surrounded and formed by the border line 7 which consists of a light-shielding film 6 and halftone phase shift film 1, and, thereby, has three kinds of permeability.

[0054] On the other hand, only by the light-shielding film 6, the criteria mask pattern 9 shown in drawing 6 (a) is the thing of the forward octagon surrounded and formed, and, thereby, has two kinds of permeability.

[0055] Consequently, the pattern imprinted with each mask pattern is shown in drawing 5 (b) and drawing 6 (b).

[0056] That is, if the inspection pattern 2 shown in drawing 5 (a) is imprinted, as shown in drawing 5 (b), the side peak 8 (refer to drawing 3 (a)) will imprint on the resist film 3 with light exposure, and the circumference pattern 5 will be formed in the resist film 3.

[0057] Moreover, if the criteria mask pattern 9 shown in drawing 6 (a) is imprinted, as shown in

drawing 6 (b), even if it enlarges light exposure, said circumference pattern 5 will not be formed in the resist film 3, without said side peak 8 imprinting.

[0058] Therefore, the existence of the side peak 8 is judged by comparing the imprint inspection pattern 4 shown in drawing 5 (b) using the wafer visual-inspection equipment shown in drawing 14 with the imprint criteria pattern 11 shown in drawing 6 (b) (die to die comparison method).

[0059] In addition, as shown on the checking photo mask 10 of one sheet at drawing 7, corresponding to the number of the sides of a forward octagon, two or more formation is carried out as the inspection pattern group 14 and a criteria pattern group 15, and the inspection pattern 2, and this and the criteria mask pattern 9 which makes a pair arrange two or more these pattern groups in a shot further.

[0060] Namely, for every kind, while eight kinds of mask patterns to which the halftone phase shift film 1 was made equivalent each side of a forward octagon are formed in the checking photo mask 10 of one sheet in the case of the gestalt of this operation, as shown in drawing 13 (a), every nine of each mask pattern are formed.

[0061] When the $9(\text{number of formation of mask pattern of one class}) \times 8(\text{number of the polygonal sides}) \times 2(\text{pattern used as pattern and criteria of inspection symmetry}) = 144$ piece mask pattern will be formed on the checking photo mask 10 of one sheet, consequently the circumference pattern 5 is detected by this in the case of the gestalt of this operation, the direction and light exposure of comatic aberration can be detected with high precision.

[0062] However, it cannot be overemphasized that the number of the mask patterns formed on the checking photo mask 10 of one sheet changes variously according to the number of the sides of the detection method (a die to die method or die to database method) of the side peak 8 and the polygon of a mask pattern or the number of formation of one kind of mask pattern.

[0063] Moreover, with the gestalt of this operation, in the checking photo mask 10, each pattern arrangement field 12 was made larger than the inspection zone 13 of wafer visual-inspection equipment, and the inspection pattern 2 and the criteria mask pattern 9 arrange it, as shown in drawing 13 (a) and drawing 13 (b).

[0064] That is, it arranges so that nine inspection patterns 2 or the criteria mask pattern 9 on the checking photo mask 10 may become large rather than the inspection zone 13 which can be seen from a microscope in the Banking Inspection Department 201 of wafer visual-inspection equipment.

[0065] When it looks at two or more mask patterns on the checking photo mask 10 (the inspection pattern 2 or criteria mask pattern 9) through a microscope, this is for making it the mask pattern of plurality (the gestalt of this operation nine pieces) settled with a sufficient break in an inspection zone 13, thereby, can lessen the detection error of the circumference pattern 5, consequently can raise the detection precision of the circumference pattern 5.

[0066] The above checking photo mask 10 is prepared, it attaches in the stepper which is the contraction projection aligner which shows this checking photo mask 10 to drawing 15 after that (arranging to a mask stage 118), and the inspection pattern 2 and the criteria mask pattern 9 which are shown in drawing 7 with this contraction projection aligner are imprinted on the resist film 3 of the semiconductor wafer 109.

[0067] On the occasion of an imprint, with the gestalt of this operation, light exposure is changed and multiple times are imprinted.

[0068] Then, drawing 8 - drawing 12 are each light exposure (for light exposure E1 and drawing 9, light exposure E2 and drawing 10 are [drawing 8 / light exposure E4 and drawing 12 of light exposure E3 and drawing 11] light exposure E5). E1 -- < -- E2 -- < -- E3 -- < -- E4 -- < -- the relation of E5 -- it is -- the imprint pattern which can be set is shown, and the imprint inspection pattern group 16 at the time of imprinting using the checking photo mask 10 which is a halftone phase shift mask, and the imprint criteria pattern group 17 are alike, respectively, and are shown.

[0069] That is, the mask pattern of the checking photo mask 10 is exposed for every light exposure.

[0070] Then, the semiconductor wafer 109 which finished exposure is held in the wafer cassette 206 shown in drawing 14 one by one, and is arranged to the Banking Inspection Department 201 of wafer visual-inspection equipment.

[0071] Then, as shown in drawing 8 - drawing 9, when the imprint inspection pattern 4 is compared with the imprint criteria pattern 11 for every light exposure and the projection lens 108 of a contraction projection aligner has comatic aberration using wafer visual-inspection equipment, the circumference pattern 5 formed in the perimeter of the imprint inspection pattern 4 with the halftone phase shift film 1 is detected.

[0072] First, with light exposure E1, as shown in drawing 8, since the circumference pattern 5 is not formed in which imprint inspection pattern 4, eight kinds of all the imprint inspection patterns 4 and imprint criteria patterns 11 are recognized as the same pattern.

[0073] Thereby, in light exposure E1, there is no detection of the side peak 8, therefore the number of defective detection is 0/8.

[0074] Then, as shown in drawing 9, the comparison in the case of light exposure E2 is performed.

[0075] In light exposure E2, the circumference pattern 5 is detectable from on the inside of drawing only to one side of the lower left in a forward octagon in the 2nd imprint inspection pattern 4.

[0076] This is a pattern by what the side peak 8 imprinted, and detects this circumference pattern 5 as abnormalities in an appearance with wafer visual-inspection equipment.

[0077] Therefore, in light exposure E2, the detection of the side peak 8 of those with one, consequently the number of defective detection is 1/8.

[0078] The position coordinates (X coordinate, Y coordinate, etc.) of this circumference pattern 5 are recognized in that case.

[0079] Then, as shown in drawing 10, the comparison in the case of light exposure E3 is performed.

[0080] In light exposure E3, the circumference pattern 5 is detectable from on the inside of drawing to the side of five parts in 1, 2, and 3 or the 4th, and the 8th imprint inspection pattern 4 among forward octagons.

[0081] Therefore, in light exposure E3, the detection of the side peak 8 of those with five, consequently the number of defective detection is 5/8.

[0082] Then, as shown in drawing 11, the comparison in the case of light exposure E4 is performed.

[0083] In light exposure E4, the circumference pattern 5 is detectable among drawing in seven imprint inspection patterns 4 except one imprint inspection pattern 4 (a top to 6th imprint inspection pattern 4).

[0084] Therefore, in light exposure E4, the detection of the side peak 8 of those with seven, consequently the number of defective detection is 7/8.

[0085] Similarly, as shown in drawing 12, the comparison in the case of light exposure E5 is performed.

[0086] In light exposure E5, the circumference pattern 5 is detectable in all the imprint inspection patterns 4 among drawing.

[0087] Therefore, in light exposure E5, the detection of the side peak 8 of those with eight, consequently the number of defective detection is 8/8.

[0088] Here, the position coordinate of the circumference pattern 5 formed at the end is recognized.

[0089] In addition, the side which is not imprinting the side peak 8 is located in the location of the symmetry on both sides of the side and the pattern which the side peak 8 imprinted to the beginning shown in drawing 9 by light exposure E2, and it is the light exposure E5 shown in drawing 12, and means that the side peak 8 is imprinted to all the sides, and the circumference pattern 5 was generally formed.

[0090] Moreover, in measurement of the lens distortion of the gestalt of this operation, the ratio of this light exposure of E2 and E5 is used. Therefore, the comatic aberration of the projection lens 108 of the contraction projection aligner which can calculate light exposure from the coordinate which wafer visual-inspection equipment has recognized as abnormalities in an appearance first and the coordinate recognized that an appearance is unusual in all the sides, i.e., the coordinate whose abnormalities in an appearance increase most, consequently is shown in drawing 15 can be searched for.

[0091] That is, E2/E5 are calculated as an energy ratio of the quantity of light, and the direction of lens distortion is further searched for from the location of the circumference pattern 5 formed first, and the location of the circumference pattern 5 formed in the last.

[0092] By the above thing, by performing the lens distortion measuring method of the gestalt of this operation, it becomes automatically possible to measure the light exposure which the side peak 8 imprints in the direction and each side of lens distortion, consequently the automatic measure of the amount of comatic aberration of the projection lens 108 becomes possible.

[0093] Next, the manufacture approach of the semiconductor device of the gestalt this operation is explained.

[0094] In addition, although the manufacture approach of said semiconductor device uses the lens distortion measuring method of the gestalt of this operation, the duplication explanation about a lens distortion measuring method is omitted.

[0095] Drawing 16 and drawing 17 are SiO₂ deposited on the principal plane of the silicon substrate 1001 which is a base substrate as an example of a process which processes it by the photolithography (deposition). The case where contact hole 1002a which is a detailed hole is formed is briefly shown in the film (silicon dioxide) 1002.

[0096] First, it is SiO₂ on the silicon substrate 1001 which is a base substrate. The film 1002 (oxide film) is formed and it is after that and SiO₂. On the film 1002, the resist film 1003 is formed and the semi-conductor substrate 1004 is prepared.

[0097] That is, as photolithography processing of the gestalt of this operation shows to drawing 16 (a), it is SiO₂ on the principal plane of a silicon substrate 1001. The film 1002 is deposited and it is SiO₂ further. The semi-conductor substrate 1004 which applied the resist film 1003 on the film 1002 (formation) is prepared.

[0098] On the other hand, the amount of comatic aberration of the projection lens 108 in the contraction projection aligner shown in drawing 15 is automatically measured using the wafer visual-inspection equipment shown in drawing 14.

[0099] That is, the lens distortion measuring method of the above mentioned gestalt of this operation is performed, the amount of comatic aberration of the projection lens 108 of a contraction projection aligner is measured automatically, and the contraction projection aligner equipped with the projection lens 108 this amount of comatic aberration of whose is in tolerance is prepared.

[0100] In addition, about said lens distortion measuring method, since it is already explanation ending, explanation here is omitted.

[0101] Then, the amount of comatic aberration of the projection lens 108 lays the semi-conductor substrate 1004 shown in drawing 16 (a) in the sample base 110 of the contraction projection aligner which is in tolerance, and exposes a request.

[0102] That is, a predetermined exposure pattern is exposed on the resist film 1003 of the semi-conductor substrate 1004.

[0103] Here, said exposure pattern is exposed on the resist film 1003 of the semi-conductor substrate 1004 by irradiating the light 1005 for exposure emitted to the photo mask 106 for exposure with which the mask pattern corresponding to the exposure pattern which the semi-conductor substrate 1004 is made to imprint was formed from the light source 101.

[0104] That is, as shown in drawing 16 (b), exposure processing is performed by irradiating the light 1005 for exposure at the resist film 1003 of the principal plane of a silicon substrate 1001.

[0105] Under the present circumstances, the light 1005 for the exposure for which the light 1005 for exposure passed this according to the mask pattern for exposure by passing the photo mask 106 (referring to drawing 15) for exposure is irradiated by the resist film 1003. Here, the light 1005 for exposure is not irradiated by opening hole formation field 1003b of diameter ΔW .

[0106] With the gestalt of this operation, the resist film 1003 is the thing of a negative form.

[0107] In addition, since the amount of comatic aberration of the projection lens 108 is in tolerance, the imprint of a up to [the resist film 3 of the light 1005 for exposure] is performed with high precision.

[0108] Development of the resist film 1003 is performed after exposure termination of said exposure pattern.

[0109] By this, only opening hole formation field 1003b of diameter ΔW by which the light 1005 for exposure was not irradiated melts into a developer, and is removed, and as shown in drawing 17 (a),

opening hole 1003a is formed there.

[0110] Then, SiO₂ which is an oxide film The film 1002 is etched.

[0111] That is, SiO₂ exposed from opening hole 1003a of the resist film 1003 shown in drawing 17 (a) It is SiO₂, as etching removes the film 1002 and this shows drawing 17 (b). Contact hole 1002a is formed in the film 1002.

[0112] Furthermore, ashing etc. removes the resist film 1003. SiO₂ which has by this contact hole 1002a of diameter ΔW which is an exposure pattern as shown in drawing 17 (c) It means forming the film 1002 on a silicon substrate 1001.

[0113] Then, the same exposure processing is repeated, a desired circuit pattern is formed in each chip field of the semi-conductor substrate 1004, and this forms a desired semiconductor integrated circuit in each chip field.

[0114] Then, by dicing, each semiconductor chip is acquired from the semi-conductor substrate 1004, die bonding, wirebonding, the closure, etc. are performed using this semiconductor chip, and a desired semiconductor device is assembled.

[0115] In addition, about the class of wirebonding or closure, it can change according to the type of a semiconductor device.

[0116] According to the manufacture approach of of the photo mask and semiconductor device which are used for the lens distortion measuring method of the gestalt of this operation, and it, the following operation effectiveness is acquired.

[0117] Namely, the checking photo mask 10 (halftone phase shift mask) which is a photo mask with the inspection pattern 2 which consists of a light-shielding film 6 and halftone phase shift film 1 is used. By comparing the imprint inspection pattern 4 made to imprint with this checking photo mask 10 with the imprint criteria pattern 11 which is a criteria pattern It becomes detectable [the circumference pattern 5 formed in the existence of an imprint of the side peak 8, i.e., the perimeter of the imprint inspection pattern 4,], and, thereby, the amount of comatic aberration of the projection lens 108 of the contraction projection aligner which is an aligner can be measured automatically.

[0118] Consequently, the measuring time of said amount of comatic aberration can be shortened.

[0119] In addition, the receiving inspection at the time of aligner installation (the amount measurement of comatic aberration) can be made simple by measuring automatically said amount of comatic aberration of the projection lens 108.

[0120] It becomes possible to be able to reduce generating of the defect of the product (for example, semiconductor device) by lens distortion reason, consequently to raise the yield of said product by this.

[0121] Moreover, even if it is a die to database method using the criteria pattern by data, it can be made to apply to any method of the die to die method using the criteria pattern by the imprint criteria pattern 11 which was made to actually imprint and was obtained, since it is the approach of comparing the imprint inspection pattern 4 with the imprint criteria pattern 11 (criteria pattern), and measuring the amount of comatic aberration automatically.

[0122] Furthermore, it becomes possible by detecting the circumference pattern 5 using wafer visual-inspection equipment as shown in drawing 14 to measure the amount of comatic aberration more quantitatively by the detection sensitivity of said wafer visual-inspection equipment.

[0123] Moreover, also in case the inspection pattern 2 and the criteria mask pattern 9 which have been repeatedly arranged by making the pattern arrangement field 12 of both inspection pattern 2 and criteria mask pattern 9 larger than the inspection zone 13 of wafer visual-inspection equipment, and arranging it in the checking photo mask 10 are recognized, the inspection pattern 2 and the criteria mask pattern 9 can be arranged in the inspection zone 13 of wafer visual-inspection equipment.

[0124] Thereby, the error of measurement of the amount of comatic aberration can be reduced.

[0125] Therefore, highly precise-ization of measurement of the amount of comatic aberration can be attained.

[0126] As mentioned above, although invention made by this invention person was concretely explained based on the gestalt of implementation of invention, it cannot be overemphasized that it can change variously in the range which this invention is not limited to the gestalt of implementation of said

invention, and does not deviate from the summary.

[0127] For example, although the inspection pattern 2 formed in the checking photo mask 10 took up and explained the case of a forward octagon as the example with the polygon by the lens distortion measuring method in the gestalt of operation, said polygons may be polygons, such as regular dodecagons other than a forward octagon.

[0128] Moreover, although the comparison approach which used the die to die method was explained by the lens distortion measuring method of the gestalt of said operation, a die to database method may be used as said comparison approach.

[0129] In addition, by the die to database method, on the checking photo mask 10, the criteria mask pattern 9 does not need to be formed, even if formed.

[0130] However, even if it is which case, it is necessary to prepare beforehand the criteria pattern by the data equivalent to the criteria mask pattern 9, and the criteria pattern and the imprint inspection pattern 4 by said data will be compared in the case of the circumference pattern 5 detection by wafer visual-inspection equipment.

[0131]

[Effect of the Invention] It will be as follows if the effectiveness acquired by the typical thing among invention indicated in this application is explained briefly.

[0132] (1) By comparing the imprint inspection pattern and criteria pattern which were made to imprint with this photo mask using a checking photo mask with the inspection pattern which consists of a . light-shielding film and a semi-transparent membrane, it becomes detectable [the circumference pattern formed in the existence of an imprint of a side peak, i.e., the perimeter of an imprint inspection pattern,], and, thereby, the amount of comatic aberration of the projection lens of an aligner can be measured automatically. Consequently, the measuring time of the amount of comatic aberration can be shortened.

[0133] (2) By measuring automatically the amount of comatic aberration of . projection lens, the receiving inspection at the time of aligner installation can be made simple. It becomes possible to be able to reduce generating of the defect of the product by lens distortion reason, consequently to raise the yield of a product by this.

[0134] (3) Even if it is a die to database method using the criteria pattern by data, it can be made to apply to any method of the die to die method using the criteria pattern by the imprint criteria pattern which was made to actually imprint and was obtained, since it is the approach of comparing . imprint inspection pattern with a criteria pattern, and measuring the amount of comatic aberration automatically.

[0135] (4) By detecting a circumference pattern using . wafer visual-inspection equipment, it becomes possible to measure the amount of comatic aberration more quantitatively by the detection sensitivity of said wafer visual-inspection equipment.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The process for which a checking photo mask with the inspection pattern formed with the light-shielding film which shades exposure light, and a semi-transparent membrane is prepared, The process which attaches said photo mask in an aligner and imprints said inspection pattern on the resist film with this aligner, The imprint inspection pattern and criteria pattern which were imprinted on said resist film are compared. The lens distortion measuring method characterized by having the process which detects the circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern with said semi-transparent membrane when the projection lens of said aligner has comatic aberration, and measuring automatically the amount of comatic aberration in said projection lens of said aligner.

[Claim 2] The lens distortion measuring method characterized by being a lens distortion measuring method according to claim 1, and for said inspection pattern in said photo mask being a polygon, forming one side of said polygon with said semi-transparent membrane, and forming other sides of said polygon by said light-shielding film.

[Claim 3] Said inspection pattern which is a lens distortion measuring method according to claim 1 or 2, and consists of said light-shielding film and said semi-transparent membrane in case said photo mask is prepared, Said photo mask with which said criteria pattern which consists of said light-shielding film was formed in the pair is prepared. After attaching this photo mask in said aligner and imprinting said inspection pattern and said criteria pattern on said resist film, an imprint inspection pattern is compared with an imprint criteria pattern using wafer visual-inspection equipment. The lens distortion measuring method characterized by detecting said circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern.

[Claim 4] The lens distortion measuring method which it is a lens distortion measuring method according to claim 3, and said inspection pattern formed in said pair and said criteria pattern are polygons, and is characterized by making the number of the sides of said polygon correspond, and forming two or more said inspection pattern and this in which one side of said polygon was formed with said semi-transparent membrane, and said criteria patterns which make a pair in said photo mask of one sheet.

[Claim 5] The lens distortion measuring method which is a lens distortion measuring method according to claim 1, 2, 3, or 4, and is characterized by making said inspection pattern, a criteria mask pattern, or the both pattern arrangement field larger than the inspection zone of wafer visual-inspection equipment, and arranging it in said photo mask.

[Claim 6] The lens distortion measuring method which is a lens distortion measuring method according to claim 1, 2, 3, 4, or 5, and is characterized by calculating the direction of the aberration in said comatic aberration, and the light exposure at the time of circumference pattern formation by imprinting for two or more kinds of every light exposure, and detecting said circumference pattern for every light exposure in case said inspection pattern is imprinted on said resist film.

[Claim 7] The inspection pattern which is the checking photo mask of an aligner and is surrounded by the border line which consists of a light-shielding film which shades exposure light, and a semi-

transparent membrane is formed. The imprint inspection pattern and criteria pattern which were exposed and formed using this photo mask are compared. The photo mask characterized by detecting the circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern, and being used for the automatic measure of the amount of comatic aberration of said projection lens with said semi-transparent membrane when the projection lens of an aligner has comatic aberration.

[Claim 8] The photo mask characterized by being a photo mask according to claim 7, and for said inspection pattern in said photo mask being a polygon, forming one side of said polygon with said semi-transparent membrane, and forming other sides of said polygon of said light-shielding film.

[Claim 9] The process for which a checking photo mask with the inspection pattern formed with the light-shielding film which shades exposure light, and a semi-transparent membrane is prepared, The process which attaches said photo mask in an aligner and imprints said inspection pattern on the resist film with this aligner, The circumference pattern formed in the perimeter of said imprint inspection pattern with said semi-transparent membrane when the imprint inspection pattern and criteria pattern which were imprinted on said resist film are compared and the projection lens of said aligner has comatic aberration is detected. The process which measures automatically the amount of comatic aberration in said projection lens of said aligner, The manufacture approach of the semiconductor device characterized by having the process which uses said aligner and is exposed to a semi-conductor substrate, and the process which acquires a semiconductor chip from said semi-conductor substrate after said exposure, and assembles a semiconductor device using this semiconductor chip in case said amount of comatic aberration is in tolerance.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) and (b) are the pattern Figs. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern by the inspection pattern formed in the halftone phase shift mask which is a photo mask of this invention, and this inspection pattern, (a) is the inspection pattern of a photo mask and (b) is an imprint inspection pattern on the resist film.

[Drawing 2] It is the variation diagram on the strength [optical] showing the measurement data of the relation between the halftone field dimension at the time of using the halftone phase shift mask with which the inspection pattern shown in drawing 1 (a) was formed, and the optical reinforcement of a side peak.

[Drawing 3] (a) and (b) are drawings showing an example of distribution of the optical reinforcement at the time of imprinting using the halftone phase shift mask with which the inspection pattern shown in drawing 1 was formed, and the photo mask of the example of a comparison, and optical intensity distribution with the halftone phase shift mask which shows (a) to drawing 1, and (b) are the optical intensity distributions by the photo mask of the example of a comparison.

[Drawing 4] (a) and (b) are the pattern Figs. showing an example of the imprint inspection pattern by the inspection pattern by the phase shift film formed in the halftone phase shift mask, and this inspection pattern, and the inspection mask pattern according [(a)] to the phase shift film and (b) are the imprint inspection patterns on the resist film.

[Drawing 5] (a) and (b) are the pattern Figs. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern by the inspection pattern formed in the halftone phase shift mask used for the lens distortion measuring method of this invention, and this inspection pattern, (a) is the inspection pattern of a photo mask and (b) is an imprint inspection pattern on the resist film.

[Drawing 6] (a) and (b) are the pattern Figs. showing an example of the gestalt of operation of the imprint criteria pattern by the criteria pattern formed in the photo mask for a comparison used for the lens distortion measuring method of this invention, and this criteria pattern, (a) is the criteria pattern of a photo mask and (b) is an imprint criteria pattern on the resist film.

[Drawing 7] It is the mask pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the inspection pattern group formed in the halftone phase shift mask used for the lens distortion measuring method of this invention, and a criteria pattern group.

[Drawing 8] It is the imprint pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern group at the time of imprinting using the halftone phase shift mask shown in drawing 7, and an imprint criteria pattern group.

[Drawing 9] It is the imprint pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern group at the time of imprinting using the halftone phase shift mask shown in drawing 7, and an imprint criteria pattern group.

[Drawing 10] It is the imprint pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern group at the time of imprinting using the halftone phase shift mask shown in drawing 7, and an imprint criteria pattern group.

[Drawing 11] It is the imprint pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern group at the time of imprinting using the halftone phase shift mask shown in drawing 7, and an imprint criteria pattern group.

[Drawing 12] It is the imprint pattern Fig. showing an example of the gestalt of operation of the imprint inspection pattern group at the time of imprinting using the halftone phase shift mask shown in drawing 7, and an imprint criteria pattern group.

[Drawing 13] (a) and (b) are drawings showing an example of the pattern arrangement field at the time of using pattern test equipment in the lens distortion measuring method of this invention, and equipment inspection area, (a) is an inspection pattern group and (b) is a criteria pattern group.

[Drawing 14] It is the configuration schematic diagram showing an example of the configuration of the wafer visual-inspection equipment used in the lens distortion measuring method of this invention.

[Drawing 15] It is the outline block diagram showing the configuration of the stepper which is an example of the aligner used by the lens distortion measuring method of this invention.

[Drawing 16] (a) and (b) are the important section sectional views showing an example of the manufacture approach of the semiconductor device using the stepper shown in drawing 15.

[Drawing 17] (a), (b), and (c) are the important section sectional views showing an example of the manufacture approach of the semiconductor device using the stepper shown in drawing 15.

[Description of Notations]

1 Halftone Phase Shift Film (Semi-transparent Membrane)

2 Inspection Pattern

3 Resist Film

4 Imprint Inspection Pattern

5 Circumference Pattern

6 Light-shielding Film

7 Border Line

8 Side Peak

9 Criteria Mask Pattern

10 Checking Photo Mask (Photo Mask)

11 Imprint Criteria Pattern (Criteria Pattern)

12 Pattern Arrangement Field

13 Inspection Zone

14 Inspection Pattern Group

15 Criteria Pattern Group

16 Imprint Inspection Pattern Group

17 Imprint Criteria Pattern Group

101 Light Source

102 Fly Eye Lens

103,105 Condensing lens

104 Mirror

106 Photo Mask for Exposure

107 Pellicle

108 Projection Lens

109 Semi-conductor Wafer

110 Sample Base

111 Z Stage

112 X-Y Stage

113,114 Driving means

115 Laser Measuring Machine

116 Mirror

117 Mask Position Control Means

118 Mask Stage

119 Main Control System
201 Banking Inspection Department
202 Monitor Section
203 Control Unit
204 Output Section
205 Semi-conductor Wafer
206 Wafer Cassette
1001 Silicon Substrate (Base Substrate)
1002 SiO₂ Film (Oxide Film)
1002a Contact hole
1003 Resist Film
1003a Opening hole
1003b Opening hole formation field
1004 Semi-conductor Substrate
1005 Light for Exposure

[Translation done.]

* NOTICES *

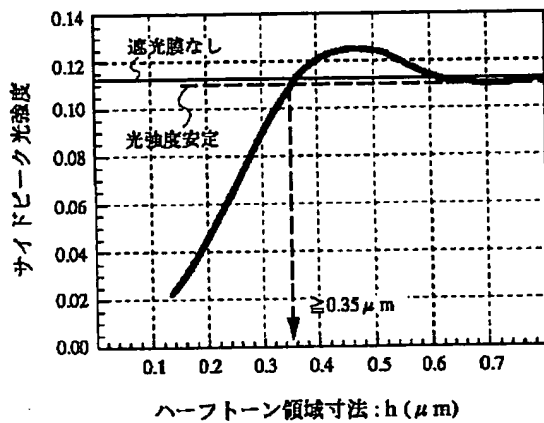
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

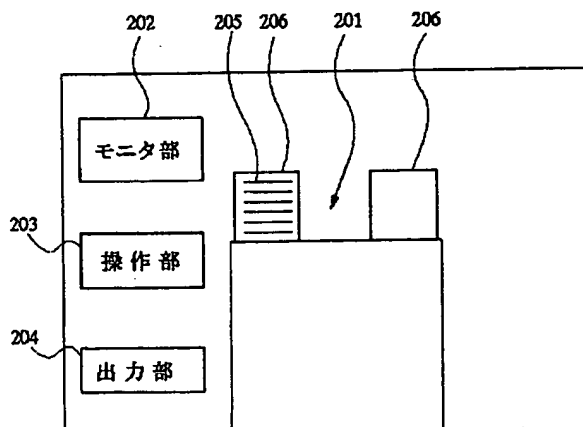
[Drawing 2]

図 2



[Drawing 14]

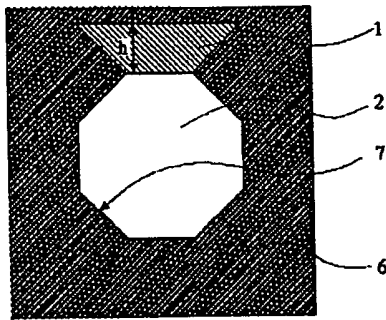
図 14



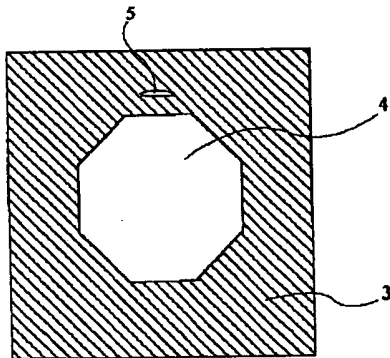
[Drawing 1]

図 1

(a)



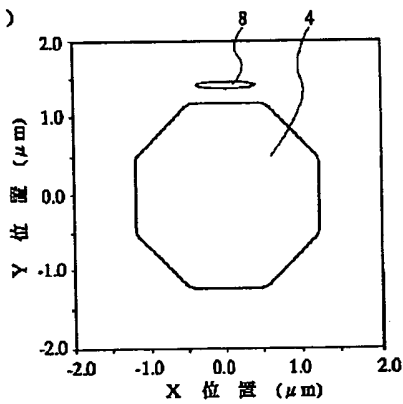
(b)



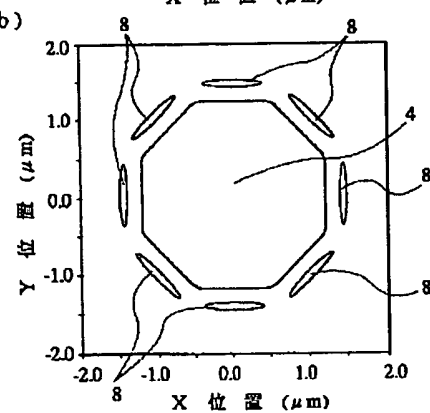
[Drawing 3]

図 3

(a)

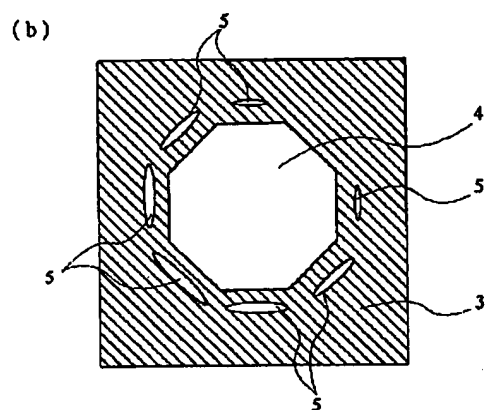
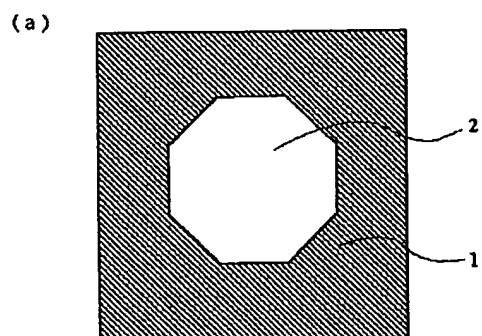


(b)



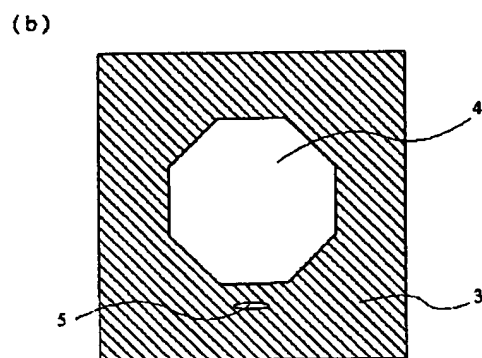
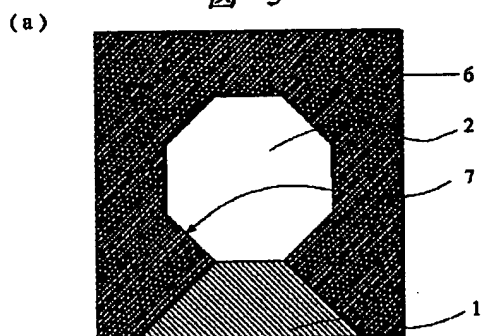
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

図 5

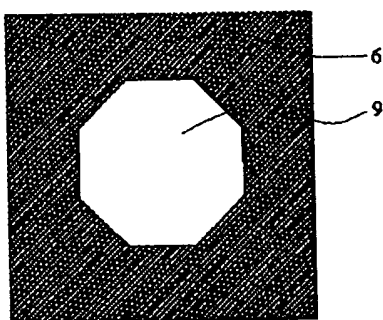


- | | |
|-----------------------|----------|
| 1: ハーフトーン位相シフト膜(半透明膜) | 5: 周辺パタン |
| 2: 検査パタン | 6: 透光膜 |
| 3: レジスト膜 | 7: 輪郭線 |
| 4: 転写検査パタン | |

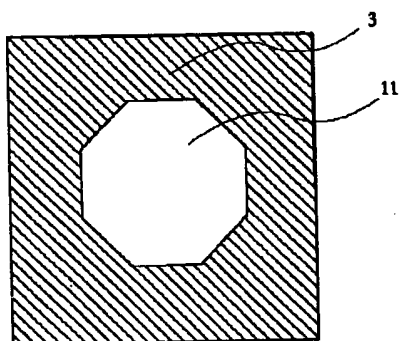
[Drawing 6]

図 6

(a)



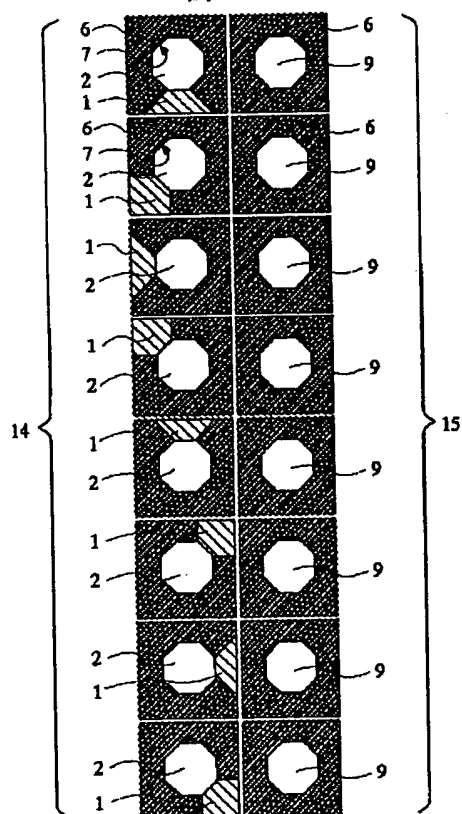
(b)



9: 基準マスクパターン
11: 転写基準パターン(基準パターン)

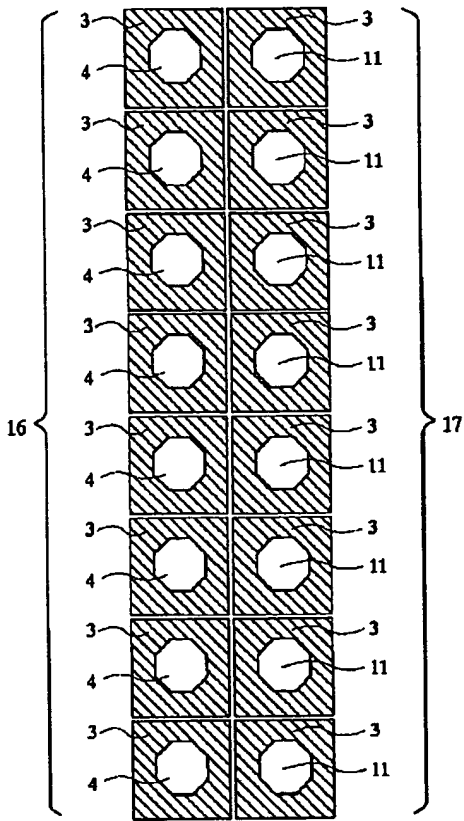
[Drawing 7]

図 7



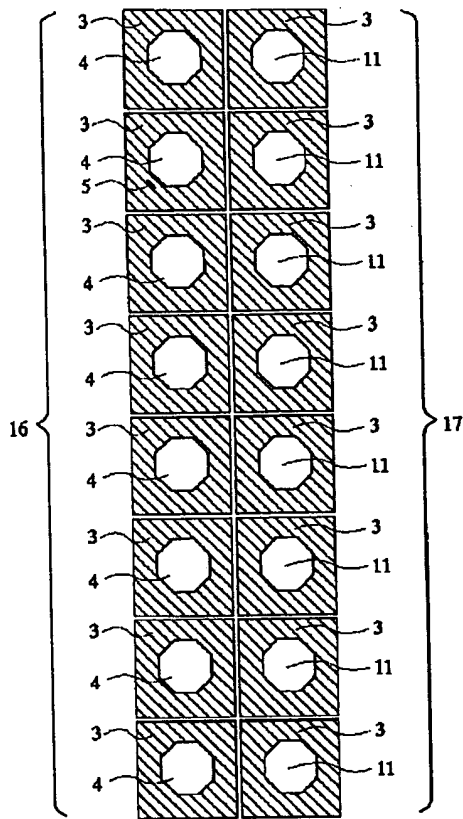
[Drawing 8]

8



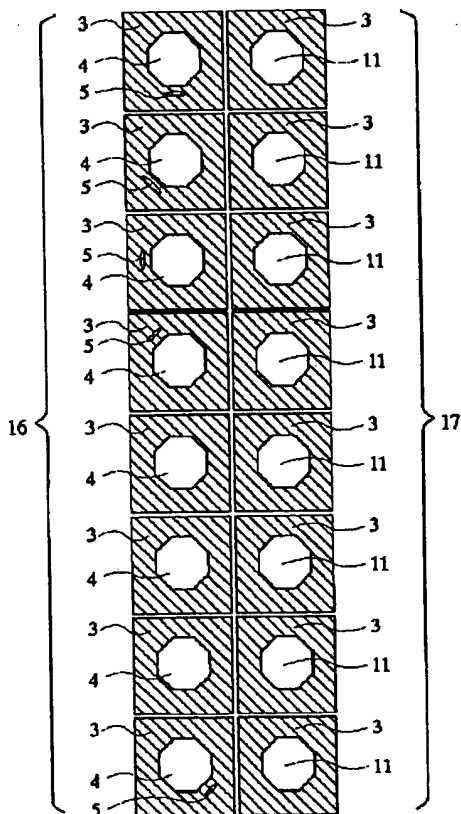
[Drawing 9]

図 9

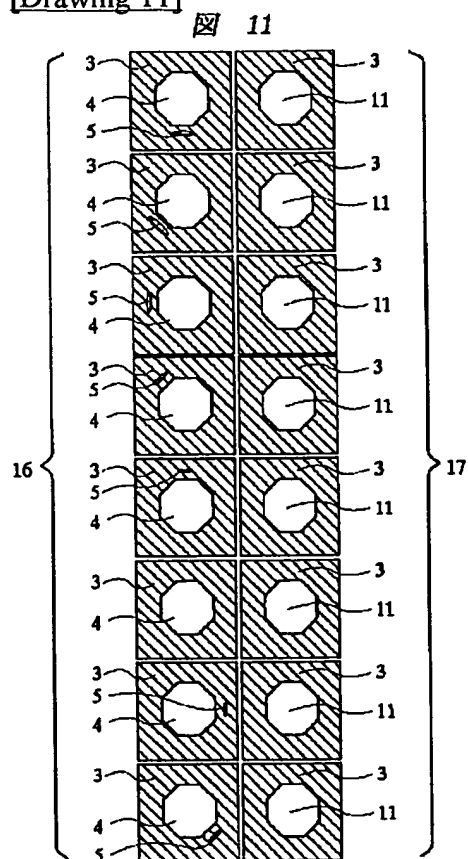


[Drawing 10]

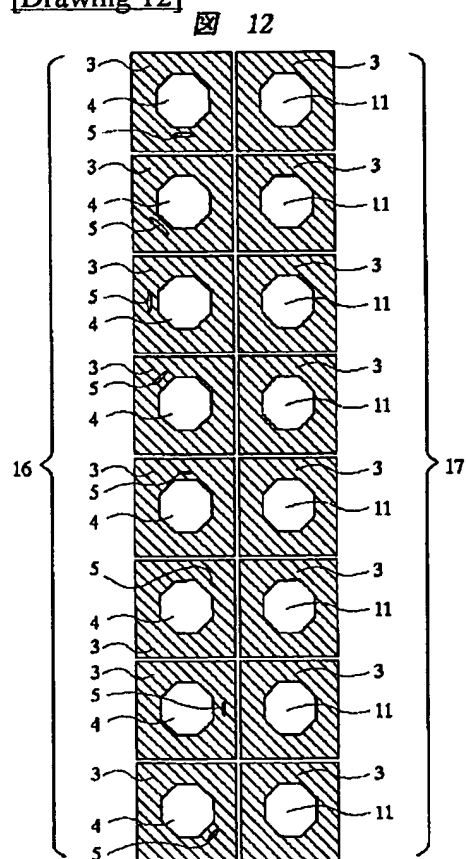
図 10



[Drawing 11]

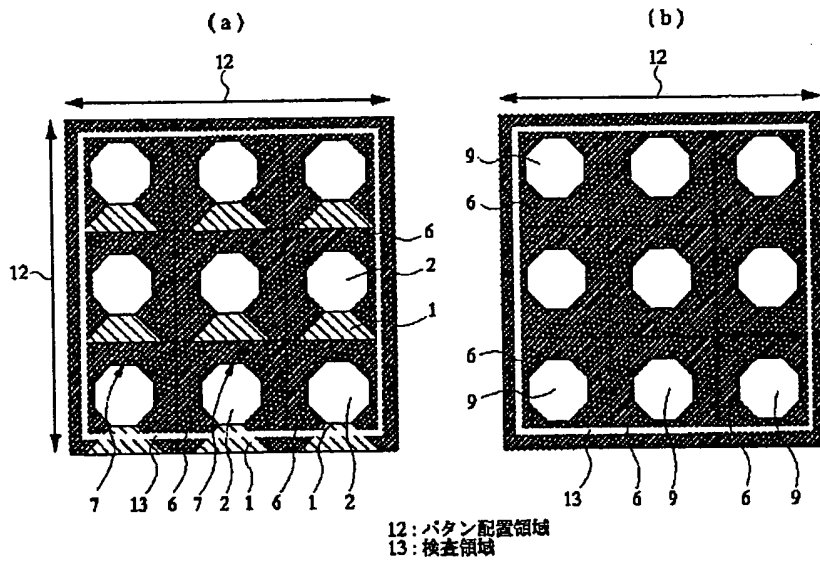


[Drawing 12]



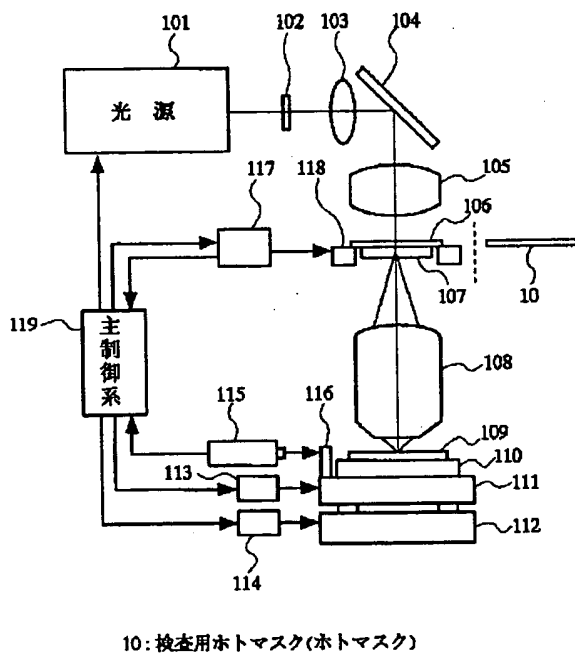
[Drawing 13]

図 13



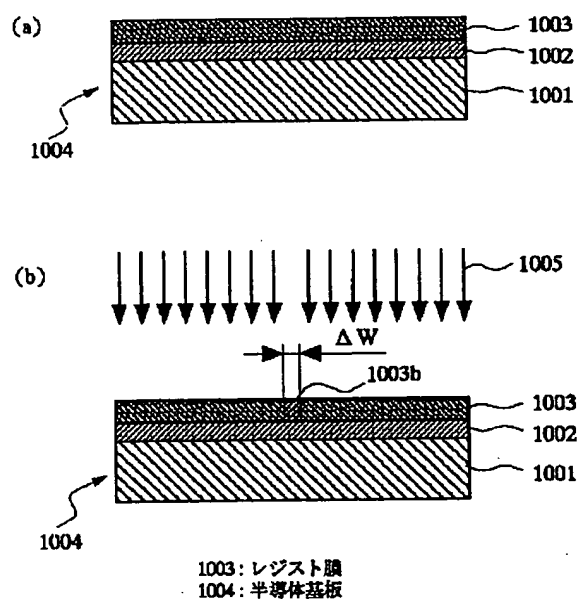
[Drawing 15]

図 15



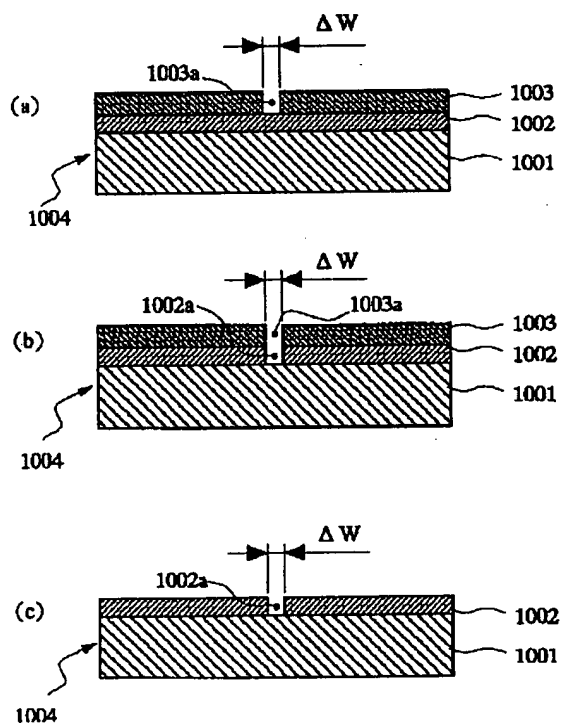
[Drawing 16]

図 16



[Drawing 17]

図 17



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-146758

(P2000-146758A)

(43)公開日 平成12年5月26日(2000.5.26)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 1 M 11/02		G 0 1 M 11/02	B 2 G 0 8 6
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	A 2 H 0 9 5
7/20	5 2 1	7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 P
			5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-327629

(22)出願日 平成10年11月18日(1998.11.18)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 早野 勝也

東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式
会社日立製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 長谷川 昇雄

東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式
会社日立製作所デバイス開発センタ内

(74)代理人 100080001

弁理士 筒井 大和

最終頁に続く

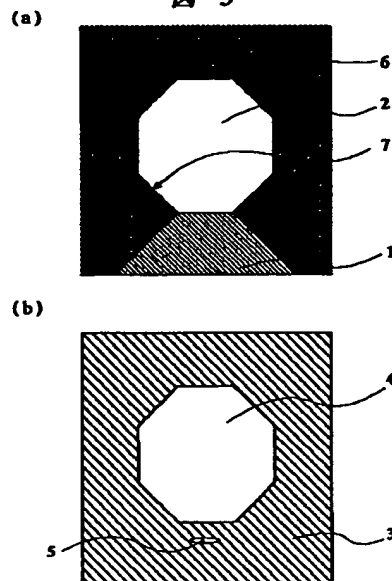
(54)【発明の名称】 レンズ収差測定方法およびそれに用いるホトマスクならびに半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 露光装置の投影レンズにおけるレンズ収差の測定時間の短縮化と製品の歩留りの向上を図る。

【解決手段】 露光光を遮光する遮光膜6とハーフトーン位相シフト膜1とによって形成される検査ボタン2を有した検査用ホトマスクであるハーフトーン位相シフトマスクを準備する工程と、前記ハーフトーン位相シフトマスクを縮小投影露光装置に取り付け、この縮小投影露光装置によって検査ボタン2をレジスト膜3に転写する工程と、レジスト膜3に転写した転写検査ボタン4と転写基準ボタンとを比較し、前記縮小投影露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際にハーフトーン位相シフト膜1によって転写検査ボタン4の周囲に形成される周辺ボタン5を検出する工程とを有し、前記縮小投影露光装置の前記投影レンズにおけるコマ収差量の自動測定を可能にする。

図 5



- 1: ハーフトーン位相シフト膜(半透明膜)
2: 検査ボタン
3: レジスト膜
4: 転写検査ボタン
5: 周辺ボタン
6: 遮光膜
7: 転写膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光光を遮光する遮光膜と半透明膜とによって形成される検査ボタンを有した検査用のホトマスクを準備する工程と、

前記ホトマスクを露光装置に取り付け、この露光装置によって前記検査ボタンをレジスト膜に転写する工程と、前記レジスト膜に転写した転写検査ボタンと基準ボタンとを比較し、前記露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際に前記半透明膜によって前記転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンを検出する工程とを有し、

前記露光装置の前記投影レンズにおけるコマ収差量を自動測定することを特徴とするレンズ収差測定方法。

【請求項2】 請求項1記載のレンズ収差測定方法であって、前記ホトマスクにおける前記検査ボタンが多角形であり、前記多角形の1辺を前記半透明膜によって形成し、前記多角形の他の辺を前記遮光膜によって形成することを特徴とするレンズ収差測定方法。

【請求項3】 請求項1または2記載のレンズ収差測定方法であって、前記ホトマスクを準備する際に、前記遮光膜と前記半透明膜とからなる前記検査ボタンと、前記遮光膜からなる前記基準ボタンとが一对に形成された前記ホトマスクを準備し、このホトマスクを前記露光装置に取り付けて前記レジスト膜に前記検査ボタンと前記基準ボタンとを転写した後、ウェハ外観検査装置を用いて転写検査ボタンと転写基準ボタンとを比較して、前記転写検査ボタンの周囲に形成される前記周辺ボタンを検出することを特徴とするレンズ収差測定方法。

【請求項4】 請求項3記載のレンズ収差測定方法であって、前記一对に形成された前記検査ボタンと前記基準ボタンとが多角形であり、1枚の前記ホトマスクにおいて、前記多角形の1辺が前記半透明膜によって形成された前記検査ボタンとこれと一对をなす前記基準ボタンとを前記多角形の辺の数に対応させて複数形成することを特徴とするレンズ収差測定方法。

【請求項5】 請求項1、2、3または4記載のレンズ収差測定方法であって、前記ホトマスクにおいて前記検査ボタンまたは基準マスクボタンもしくはその両者のボタン配置領域をウェハ外観検査装置の検査領域より大きくして配置することを特徴とするレンズ収差測定方法。

【請求項6】 請求項1、2、3、4または5記載のレンズ収差測定方法であって、前記レジスト膜に前記検査ボタンを転写する際に、複数種類の露光量ごとに転写して各露光量ごとに前記周辺ボタンを検出することにより、前記コマ収差における収差の方向と周辺ボタン形成時の露光量とを求めることを特徴とするレンズ収差測定方法。

【請求項7】 露光装置の検査用のホトマスクであり、露光光を遮光する遮光膜と半透明膜とからなる輪郭線によって囲まれる検査ボタンが形成され、このホトマスク

を用いて露光して形成された転写検査ボタンと基準ボタンとを比較し、露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際に前記半透明膜によって前記転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンを検出して前記投影レンズのコマ収差量の自動測定に用いられることを特徴とするホトマスク。

【請求項8】 請求項7記載のホトマスクであって、前記ホトマスクにおける前記検査ボタンが多角形であり、前記多角形の1辺が前記半透明膜によって形成され、前記多角形の他の辺が前記遮光膜によって形成されていることを特徴とするホトマスク。

【請求項9】 露光光を遮光する遮光膜と半透明膜とによって形成される検査ボタンを有した検査用のホトマスクを準備する工程と、

前記ホトマスクを露光装置に取り付け、この露光装置によって前記検査ボタンをレジスト膜に転写する工程と、前記レジスト膜に転写した転写検査ボタンと基準ボタンとを比較し、前記露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際に前記半透明膜によって前記転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンを検出して、前記露光装置の前記投影レンズにおけるコマ収差量を自動測定する工程と、

前記コマ収差量が許容範囲内である際に、前記露光装置を用いて半導体基板上に露光を行う工程と、前記露光後、前記半導体基板から半導体チップを取得し、この半導体チップを用いて半導体装置を組み立てる工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造技術に関し、特に露光装置に設けられたレンズの収差測定に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】以下に説明する技術は、本発明を研究、完成するに際し、本発明者によって検討されたものであり、その概要は次のとおりである。

【0003】半導体製造工程の露光工程において使用される縮小投影露光装置（ステッパとも呼ばれ、以降、単に露光装置と呼ぶ）では、その導入時に、受入れ検査が行われる。

【0004】この受入れ検査の1つとして、露光装置に設置された投影レンズの検査が行われる。前記検査は、投影レンズのコマ収差量を測定し、測定結果が許容範囲内であるか否かを検査するものである。

【0005】ここで、露光装置の投影レンズのコマ収差の測定は、検査ボタンが形成されたハーフトーン位相シフトマスクを準備し、このマスクを用いて露光を行った際に転写検査ボタンの周囲に形成されるサイドピークと呼ばれる周辺ボタンを検出し、各測定点におけるサイド

ピークの露光量をSEM (Scanning Electron Microscope) と呼ばれる走査形電子顕微鏡を使用して求めている。

【0006】なお、レンズの収差測定方法については、例えば、特開平6-120118号公報や、特開平6-249748号公報に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記した技術における投影レンズの収差測定では、各測定点におけるサイドピークの露光量をSEMを使用して求めているため、その結果、多大な測定時間を要することが問題とされる。

【0008】本発明の目的は、レンズ収差の測定時間の短縮化と製品の歩留りの向上を図るレンズ収差測定方法およびそれに用いるホトマスクならびに半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0009】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0011】すなわち、本発明のレンズ収差測定方法は、露光光を遮光する遮光膜と半透明膜とによって形成される検査ボタンを有した検査用のホトマスクを準備する工程と、前記ホトマスクを露光装置に取り付け、この露光装置によって前記検査ボタンをレジスト膜に転写する工程と、前記レジスト膜に転写した転写検査ボタンと基準ボタンとを比較し、前記露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際に前記半透明膜によって前記転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンを検出する工程とを有し、前記露光装置の前記投影レンズにおけるコマ収差量を自動測定するものである。

【0012】これにより、露光装置の投影レンズのコマ収差量の測定時間を短縮することができる。

【0013】なお、投影レンズのコマ収差量を自動測定することにより、露光装置導入時の受入れ検査を簡便にすることができる。

【0014】これにより、レンズ収差起因による製品の不良の発生を低減でき、その結果、製品の歩留りを向上させることが可能になる。

【0015】また、本発明のホトマスクは、露光装置の検査用のものであり、露光光を遮光する遮光膜と半透明膜とからなる輪郭線によって囲まれる検査ボタンが形成され、このホトマスクを用いて露光して形成された転写検査ボタンと基準ボタンとを比較し、露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際に前記半透明膜によって前記転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンを検出して前記投影レンズのコマ収差量の自動測定に用いら

れるものである。

【0016】さらに、本発明の半導体装置の製造方法は、露光光を遮光する遮光膜と半透明膜とによって形成される検査ボタンを有した検査用のホトマスクを準備する工程と、前記ホトマスクを露光装置に取り付け、この露光装置によって前記検査ボタンをレジスト膜に転写する工程と、前記レジスト膜に転写した転写検査ボタンと基準ボタンとを比較し、前記露光装置の投影レンズがコマ収差を有している際に前記半透明膜によって前記転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンを検出して、前記露光装置の前記投影レンズにおけるコマ収差量を自動測定する工程と、前記コマ収差量が許容範囲内である際に、前記露光装置を用いて半導体基板上に露光を行う工程と、前記露光後、前記半導体基板から半導体チップを取得し、この半導体チップを用いて半導体装置を組み立てる工程とを有するものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

- 20 【0018】図1は本発明のホトマスクであるハーフトーン位相シフトマスクに形成された検査ボタンとこの検査ボタンによる転写検査ボタンの実施の形態の一例を示すボタン図であり、(a)はホトマスクの検査ボタン、(b)はレジスト膜上の転写検査ボタン、図2は図1(a)に示す検査ボタンが形成されたハーフトーン位相シフトマスクを用いた際のハーフトーン領域寸法とサイドピークの光強度との関係の測定データを示す光強度変化図、図3は図1に示す検査ボタンが形成されたハーフトーン位相シフトマスクと比較例のホトマスクを用いて転写を行った際の光強度の分布の一例を示す図であり、(a)は図1に示すハーフトーン位相シフトマスクによる光強度分布、(b)は比較例のホトマスクによる光強度分布、図4はハーフトーン位相シフトマスクに形成された位相シフト膜による検査ボタンとこの検査ボタンによる転写検査ボタンの一例を示すボタン図であり、(a)は位相シフト膜による検査マスクボタン、(b)はレジスト膜上の転写検査ボタン、図5は本発明のレンズ収差測定方法に用いられるハーフトーン位相シフトマスクに形成された検査ボタンとこの検査ボタンによる転写検査ボタンの実施の形態の一例を示すボタン図であり、(a)はホトマスクの検査ボタン、(b)はレジスト膜上の転写検査ボタン、図6は本発明のレンズ収差測定方法に用いられる比較用のホトマスクに形成された基準ボタンとこの基準ボタンによる転写基準ボタンの実施の形態の一例を示すボタン図であり、(a)はホトマスクの基準ボタン、(b)はレジスト膜上の転写基準ボタン、図7は本発明のレンズ収差測定方法に用いられるハーフトーン位相シフトマスクに形成された検査ボタン群と基準ボタン群の実施の形態の一例を示すマスクボタン図、図8～図12は図7に示すハーフトーン位相シフト

マスクを用いて転写を行った際の転写検査ボタン群と転写基準ボタン群の実施の形態の一例を示す転写ボタン図、図13は本発明のレンズ収差測定方法においてボタン検査装置を用いた際のボタン配置領域および装置検査エリアの一例を示す図であり、(a)は検査ボタン群、(b)は基準ボタン群、図14は本発明のレンズ収差測定方法において用いるウェハ外観検査装置の構成の一例を示す構成概略図、図15は本発明のレンズ収差測定方法で用いる露光装置の一例であるステッパの構成を示す概略構成図、図16、図17は図15に示すステッパを用いた半導体装置の製造方法の一例を示す要部断面図である。

【0019】本実施の形態のレンズ収差測定方法は、半導体製造工程の露光工程で使用する露光装置に設けられた投影レンズのレンズ収差の1つであるコマ収差の量を、ウェハ外観検査装置を用いて自動測定するものであり、例えば、露光装置の受入れ検査の際などで投影レンズのコマ収差量を自動測定し、この測定結果が許容範囲であるか否かを検査する際に用いるものである。

【0020】まず、前記レンズ収差測定方法で用いるホトマスクについて説明する。

【0021】前記ホトマスクは、露光装置の検査用のものであり(以降、検査用ホトマスク10(図15参照)と呼ぶ)、本実施の形態では露光装置の一例として図15に示すステッパ(縮小投影露光装置ともいう)を取り上げて説明する。

【0022】前記検査用ホトマスク10は、図5に示すように、露光光を遮光する遮光膜6と、半透明膜であるハーフトーン位相シフト膜1とからなる輪郭線7によって囲まれる検査ボタン2がガラス基板に形成されたハーフトーン位相シフトマスクであり、この検査用ホトマスク10を用いて露光して形成された転写検査ボタン4と図6(b)に示す転写基準ボタン11(基準ボタン)とを比較し、ステッパ(露光装置)の投影レンズ108がコマ収差を有している際にハーフトーン位相シフト膜1によって転写検査ボタン4の周囲に形成される周辺ボタン5(図5(b)参照)を検出して投影レンズ108のコマ収差量の自動測定に用いられるものである。

【0023】なお、周辺ボタン5は、露光光のうち、転写検査ボタン4の周辺に転写した光(これを図3(a)に示すサイドピーク8と呼ぶ)によって形成されるものであり、本来、不必要なボタンである。

【0024】また、半透明膜であるハーフトーン位相シフト膜1は、検査ボタン2(つまり透明ボタン)とほぼ光の位相が反転した半透明な膜である。

【0025】つまり、ハーフトーン位相シフト膜1は、半透明で、かつ光の位相が検査ボタン2と実質的に反転された膜である。

【0026】本実施の形態では、検査用ホトマスク10に形成された検査ボタン2が多角形であり、この多角形

の一例として正八角形の場合を取り上げるとともに、正八角形の検査ボタン2の1辺が半透明膜であるハーフトーン位相シフト膜1によって形成され、さらに、他の7つの辺が遮光膜6によって形成されている場合を説明する。

【0027】すなわち、検査用ホトマスク10は、図1(a)に示すように、透明な検査ボタン2の領域と、ハーフトーン位相シフト膜1の領域と、遮光膜6の領域とで3種類の透過率の領域を有している。

【0028】なお、遮光膜6は、例えば、Crによって形成された膜であり、また、ハーフトーン位相シフト膜1は、例えば、CrON膜である。

【0029】ここで、周辺ボタン5を形成するサイドピーク8の測定方法について説明する。

【0030】まず、ハーフトーン位相シフト膜1が形成されている場合に発生するサイドピーク8を、多角形ボタンの選択した辺のみに発生させることを目的として、図1(a)に示す検査ボタン2の選択した辺、図中、検査ボタン2の上部の1辺のみをハーフトーン位相シフト膜1とし、それ以外の他の7つの辺を遮光膜6とする。

【0031】この際(ハーフトーン位相シフト膜1を用いた場合)の検査ボタン2の平面光強度分布を図3

(a)に示す。また、図3(b)は、図4(a)に示すような正八角形の比較例の検査ボタン2がハーフトーン位相シフト膜1のみによって形成され、かつ露光装置の投影レンズ108にコマ収差がない場合の光強度分布を示したものである(図4(b)は、コマ収差がある場合を示したものである)。

【0032】その場合、図3(b)に示すように、転写検査ボタン4の各辺の周辺に均等にサイドピーク8が発生する。

【0033】これに対し、本実施の形態の検査用ホトマスク10を用いることにより、図3(a)に示すように、転写検査ボタン4の1辺のみのサイドピーク8を選択的に発生させることができる。この検査用ホトマスク10を用いてボタン転写を行うことにより、図1(b)に示すように、正八角形の転写検査ボタン4の1辺のみにサイドピーク8のレジスト膜3上への転写による周辺ボタン5の形成が可能となり、これにより、正八角形のボタンの各辺の分離したサイドピーク8の評価が可能となる。

【0034】また、図1(a)に示すハーフトーン位相シフト膜1によって形成される領域において、そのボタンエッジからの距離をh(ハーフトーン領域寸法)とし、このハーフトーン領域寸法に対するサイドピーク8の光強度の変化を測定したものを図2に示す。

【0035】ここで、 λ (露光波長) $=0.248\mu\text{m}$ 、NA(レンズの開口数) $=0.55$ とし、検査ボタン2は1辺が $1\mu\text{m}$ (マスク上では、縮小倍率が $1/5$ の場合、 $5\mu\text{m}$)の正八角形のホールボタンを用い、ハーフ

トーン部透過率は対エアード5.5%の条件によって検討を行った。

【0036】図2に示すように、サイドピーク光強度は、 $h=0.35\mu\text{m}$ 未満では変動が大きい、 $h=0.35\mu\text{m}$ 以上では安定するため、ボタンエッジからの距離 h (図1(a)参照)は、 $h=k\times\lambda/\text{NA}$ (λ :露光波長、 NA :レンズの開口数、 k :定数)で表せられ、 $k\geq 0.78$ として所定の条件で形成することにより、安定してサイドピーク8を発生させることが可能になる。

【0037】なお、ステッパである縮小投影露光装置の投影レンズ108のコマ収差は、そのレンズ内で分布している。図4(a)に示すようなハーフトーン位相シフト膜1のみによって形成された正八角形の検査ボタン2の場合で、かつレンズ収差が存在する場合、ボタン転写に不要な光強度のピークいわゆるサイドピーク8による周辺ボタン5は、図4(b)に示すように、レジスト膜3に転写検査ボタン4を挟んで非対称に形成される。

【0038】この現象を利用してコマ収差を測定する方法については、特願平9-30028号および特願平9-204176号に示されている。これらに記載されているコマ収差の測定方法は、露光量を変化させていき、多角形ボタンの各辺の中で最初にサイドピーク8が転写した箇所の露光量と、最後にサイドピーク5が転写した箇所での露光量との比、およびこれらが発生した方向によってコマ収差を求める方法である。

【0039】次に、この方法を用いた本実施の形態のレンズ収差測定方法について説明する。

【0040】まず、前記レンズ収差測定方法において用いる図14に示すウェハ外観検査装置と、図15に示すステッパ(縮小投影露光装置)の構成の概略を説明する。

【0041】図14に示すウェハ外観検査装置は、半導体ウェハ205の処理工程途中での外観欠陥(異物付着、ボタン欠陥、傷など)を自動的に検出するものであり、ウェハカセット206に収容されて搬送された試料基板である半導体ウェハ205をウェハカセット206から取り出して欠陥検査を行う検査部201と、検出した欠陥を映し出して観察および欠陥分類に用いられるモニタ部202と、検査処理に関する種々の操作を行う操作部203と、検査結果を欠陥ウェハマップや欠陥データリストなどとして出力する出力部204とによって構成されている。

【0042】また、図15に示すステッパは、露光光を発する光源101を備えており、この光源101から発せられる露光光は、フライアイレンズ102、コンデンサレンズ103、105、およびミラー104を介して露光用ホトマスク106を照射する。

【0043】なお、露光用ホトマスク106には、場合によっては異物付着によるボタン転写不良を防止するた

めのベリクル107が設けられている。露光用ホトマスク106に形成されたマスクボタンは、投影レンズ108を介して試料基板である半導体ウェハ109上に投影される。

【0044】さらに、露光用ホトマスク106は、マスク位置制御手段117によって制御されたマスクステージ118上に載置され、その中心と投影レンズ108の光軸とは高精度に位置合わせが行われている。

【0045】半導体ウェハ109は、試料台110上に真空吸着保持されている。

【0046】また、試料台110は、投影レンズ108の光軸方向すなわちZ方向に移動可能なZステージ111上に載置され、さらに、XYステージ112上に搭載されている。

【0047】Zステージ111およびXYステージ112は、主制御系119からの制御命令に応じてそれぞれの駆動手段113、114によって駆動されるため、所望の露光位置に移動可能となっており、その位置は、Zステージ111に固定されたミラー116の位置として、レーザ測長機115によって高精度にモニタされている。

【0048】本実施の形態のレンズ収差測定方法では、まず、図5(a)に示すようなマスクボタンすなわち露光光を遮光する遮光膜6と半透明膜であるハーフトーン位相シフト膜1とによって形成される検査ボタン2を有した検査用ホトマスク10(ハーフトーン位相シフトマスク)を準備する。

【0049】なお、本実施の形態では、検査ボタン2が多角形であり、この多角形の一例として正八角形の場合を取り上げる。したがって、正八角形の1辺をハーフトーン位相シフト膜1によって形成し、前記多角形のそれ以外の他の7つの辺をクロムなどからなる遮光膜6によって形成したものである。

【0050】これにより、ハーフトーン位相シフト膜1となっている1辺のサイドピーク8から形成される周辺ボタン5を検出してレンズ収差を測定する。

【0051】なお、本実施の形態では、前記レンズ収差測定方法として、ダイトオダイ方式を用いて説明する。

【0052】したがって、検査用ホトマスク10には、遮光膜6とハーフトーン位相シフト膜1とからなる図5(a)に示す検査ボタン2と、遮光膜6のみによって形成された図6(a)に示す基準マスクボタン9とが一对になって形成されている。

【0053】また、それぞれのマスクボタンのうち、図5(a)に示す検査ボタン2は、遮光膜6とハーフトーン位相シフト膜1とからなる輪郭線7によって囲まれて形成された正八角形のものであり、これにより、3種類の透過率を有している。

【0054】一方、図6(a)に示す基準マスクボタン9は、遮光膜6のみによって囲まれて形成された正八角

形のものであり、これにより、2種類の透過率を有している。

【0055】その結果、それぞれのマスクボタンによって転写されるボタンを図5(b)と図6(b)に示す。

【0056】すなわち、図5(a)に示す検査ボタン2を転写すると、図5(b)に示すように露光量によりサイドピーク8(図3(a)参照)がレジスト膜3に転写してレジスト膜3に周辺ボタン5が形成される。

【0057】また、図6(a)に示す基準マスクボタン9を転写すると、図6(b)に示すように露光量を大きくしても前記サイドピーク8が転写せずに前記周辺ボタン5がレジスト膜3に形成されることはない。

【0058】したがって、図14に示すウェハ外觀検査装置を用いて図5(b)に示す転写検査ボタン4と、図6(b)に示す転写基準ボタン11とを比較(ダイト・ダイ比較方式)することにより、サイドピーク8の有無を判定する。

【0059】なお、1枚の検査用ホトマスク10上には、図7に示すように、検査ボタン2と、これと一对をなす基準マスクボタン9とが、検査ボタン群14および基準ボタン群15として正八角形の辺の数に対応して複数形成されており、さらに、ショット内にはこれらボタン群を複数個配置している。

【0060】すなわち、本実施の形態の場合、ハーフトーン位相シフト膜1を正八角形のそれぞれの辺に対応させた8種類のマスクボタンが1枚の検査用ホトマスク10に形成されるとともに、それぞれのマスクボタンが1種類ごとに、図13(a)に示すように、例えば、9個ずつ形成されている。

【0061】これにより、本実施の形態の場合、1枚の検査用ホトマスク10上には、 $9(1つの種類のマスクボタンの形成数) \times 8(多角形の辺の数) \times 2(検査対称のボタンとその基準となるボタン) = 144$ 個のマスクボタンが形成されていることになり、その結果、周辺ボタン5を検出した際に、コマ収差の方向とその露光量とを高精度に検出できる。

【0062】ただし、1枚の検査用ホトマスク10上に形成されるマスクボタンの数は、サイドピーク8の検出方式(ダイト・ダイ方式あるいはダイト・データベース方式)、マスクボタンの多角形の辺の数または1種類のマスクボタンの形成数などに応じて種々変わることは言うまでもない。

【0063】また、本実施の形態では、検査用ホトマスク10において検査ボタン2および基準マスクボタン9が、図13(a)、図13(b)に示すように、それぞれのボタン配置領域12をウェハ外觀検査装置の検査領域13より大きくして配置している。

【0064】つまり、ウェハ外觀検査装置の検査部201において顕微鏡から観える検査領域13よりも検査用ホトマスク10上の9つの検査ボタン2あるいは基準マ

スクボタン9が大きくなるように配置する。

【0065】これは、検査用ホトマスク10上の複数のマスクボタン(検査ボタン2または基準マスクボタン9)を顕微鏡を介して観た際に、複数(本実施の形態では9個)のマスクボタンが区切り良く検査領域13内に収まるようにするためであり、これにより、周辺ボタン5の検出誤差を少なくすることができ、その結果、周辺ボタン5の検出精度を高めることができる。

【0066】以上の検査用ホトマスク10を準備し、その後、この検査用ホトマスク10を図15に示す縮小投影露光装置であるステッパに取り付け(マスクステージ118に配置し)、この縮小投影露光装置によって図7に示す検査ボタン2と基準マスクボタン9とを半導体ウェハ109のレジスト膜3に転写する。

【0067】転写に際し、本実施の形態では、露光量を変化させて複数回の転写を行う。

【0068】そこで、図8~図12は、それぞれの露光量(図8は露光量E1、図9は露光量E2、図10は露光量E3、図11は露光量E4、図12は露光量E5であり、 $E1 < E2 < E3 < E4 < E5$ の関係である)における転写ボタンを示したものであり、ハーフトーン位相シフトマスクである検査用ホトマスク10を用いて転写を行った際の転写検査ボタン群16および転写基準ボタン群17がそれぞれに示されている。

【0069】つまり、検査用ホトマスク10のマスクボタンを各露光量ごとに露光する。

【0070】その後、露光を終えた半導体ウェハ109を、順次、図14に示すウェハカセット206に収容してウェハ外觀検査装置の検査部201に配置する。

【0071】続いて、ウェハ外觀検査装置を用いて、図8~図9に示すように、露光量ごとに転写検査ボタン4と転写基準ボタン11とを比較して、縮小投影露光装置の投影レンズ108がコマ収差を有している際にハーフトーン位相シフト膜1によって転写検査ボタン4の周囲に形成される周辺ボタン5を検出する。

【0072】まず、図8に示すように、露光量E1では、いずれの転写検査ボタン4においても周辺ボタン5が形成されていないため、8種類全ての転写検査ボタン4と転写基準ボタン11とを同じボタンとして認識する。

【0073】これにより、露光量E1では、サイドピーク8の検出がなく、したがって、欠陥検出数は0/8である。

【0074】その後、図9に示すように、露光量E2の場合の比較を行う。

【0075】露光量E2では、図中、上から2番目の転写検査ボタン4において、正八角形のうち左下の1辺のみに対して周辺ボタン5を検出できる。

【0076】これは、サイドピーク8が転写したことによるボタンであり、ウェハ外觀検査装置ではこの周辺バ

タン5を外観異常として検出する。

【0077】したがって、露光量E2では、サイドピーク8の検出が1つあり、その結果、欠陥検出数は1/8である。

【0078】その際、この周辺ボタン5の位置座標(X座標、Y座標など)を認識しておく。

【0079】続いて、図10に示すように、露光量E3の場合の比較を行う。

【0080】露光量E3では、図中、上から1, 2, 3, 4番目と8番目の転写検査ボタン4において、正八角形のうち5つの箇所の辺に対して周辺ボタン5を検出できる。

【0081】したがって、露光量E3では、サイドピーク8の検出が5つあり、その結果、欠陥検出数は5/8である。

【0082】続いて、図11に示すように、露光量E4の場合の比較を行う。

【0083】露光量E4では、図中、1つの転写検査ボタン4(上から6番目の転写検査ボタン4)を除く7つの転写検査ボタン4において周辺ボタン5を検出でき

る。

【0084】したがって、露光量E4では、サイドピーク8の検出が7つあり、その結果、欠陥検出数は7/8である。

【0085】同様にして、図12に示すように、露光量E5の場合の比較を行う。

【0086】露光量E5では、図中、全ての転写検査ボタン4において周辺ボタン5を検出できる。

【0087】したがって、露光量E5では、サイドピーク8の検出が8つあり、その結果、欠陥検出数は8/8である。

【0088】ここで、最後に形成された周辺ボタン5の位置座標を認識しておく。

【0089】なお、一般に、サイドピーク8の転写していない辺は、露光量E2による図9に示した最初にサイドピーク8が転写した辺とボタンを挟んで対称の位置にあり、図12に示す露光量E5で、全ての辺に対してサイドピーク8が転写されて周辺ボタン5が形成されたことになる。

【0090】また、本実施の形態のレンズ収差の測定では、このE2とE5の露光量の比を用いる。したがって、ウェハ外観検査装置が最初に外観異常として認識した座標と、全ての辺で外観異常であると認識する座標、すなわち、外観異常が最も多くなる座標から露光量を求めることができ、その結果、図15に示す縮小投影露光装置の投影レンズ108のコマ収差を求めることができる。

【0091】つまり、E2/E5を光量のエネルギー比として求め、さらに、最初に形成された周辺ボタン5の位置と最後に形成された周辺ボタン5の位置とからレンズ

収差の方向を求める。

【0092】以上のことにより、本実施の形態のレンズ収差測定方法を行うことにより、自動的に、レンズ収差の方向と、各辺でサイドピーク8が転写する露光量を測定することが可能となり、その結果、投影レンズ108のコマ収差量の自動測定が可能となる。

【0093】次に、本実施の形態の半導体装置の製造方法について説明する。

【0094】なお、前記半導体装置の製造方法は、本実施の形態のレンズ収差測定方法を用いるものであるが、レンズ収差測定方法についての重複説明は省略する。

【0095】図16および図17は、フォトリソグラフィによって加工を施す工程の一例として、ベース基板であるシリコン基板1001の主面に堆積(デポジション)されたSiO₂(二酸化珪素)膜1002に微細な孔であるコンタクトホール1002aを形成する場合を簡単に示したものである。

【0096】まず、ベース基板であるシリコン基板1001上にSiO₂膜1002(酸化膜)を形成し、その後、SiO₂膜1002の上にレジスト膜1003を形成して半導体基板1004を準備する。

【0097】つまり、本実施の形態のフォトリソグラフィ加工では、図16(a)に示すように、シリコン基板1001の主面上にSiO₂膜1002を堆積し、さらに、SiO₂膜1002上にレジスト膜1003を塗布(形成)した半導体基板1004を準備する。

【0098】一方、図14に示すウェハ外観検査装置を用いて、図15に示す縮小投影露光装置における投影レンズ108のコマ収差量を自動的に測定する。

【0099】すなわち、前記した本実施の形態のレンズ収差測定方法を行って、縮小投影露光装置の投影レンズ108のコマ収差量を自動測定し、このコマ収差量が許容範囲内である投影レンズ108を備えた縮小投影露光装置を準備する。

【0100】なお、前記レンズ収差測定方法については、既に説明済みであるため、ここでの説明は省略する。

【0101】その後、投影レンズ108のコマ収差量が許容範囲内である縮小投影露光装置の試料台110に、図16(a)に示す半導体基板1004を載置して所望の露光を行う。

【0102】すなわち、所定の露光ボタンを半導体基板1004のレジスト膜1003に露光する。

【0103】ここでは、半導体基板1004に転写させる露光ボタンに対応したマスクボタンが形成された露光用ホトマスク106に、光源101から放射された露光用の光1005を照射することにより、前記露光ボタンを半導体基板1004のレジスト膜1003に露光する。

【0104】つまり、図16(b)に示すように、露光

用の光1005をシリコン基板1001の主面のレジスト膜1003に照射することにより露光処理を行う。

【0105】この際、露光用の光1005が、露光用ホトマスク106(図15参照)を通過することにより、露光用のマスクボタンに応じてこれを通過した露光用の光1005がレジスト膜1003に照射される。ここでは、直径 ΔW の開孔孔形成領域1003bには露光用の光1005は照射されない。

【0106】本実施の形態では、レジスト膜1003はネガ形のものである。

【0107】なお、投影レンズ108のコマ収差量が許容範囲内であるため、露光用の光1005のレジスト膜3上への転写が高精度に行われる。

【0108】前記露光ボタンの露光終了後、レジスト膜1003の現像を行う。

【0109】これにより、露光用の光1005が照射されなかった直径 ΔW の開孔孔形成領域1003bのみが現像液に溶けて除去され、図17(a)に示すように、そこに開孔孔1003aが形成される。

【0110】続いて、酸化膜である SiO_2 膜1002 20のエッチングを行う。

【0111】つまり、図17(a)に示すレジスト膜1003の開孔孔1003aから露出した SiO_2 膜1002をエッチングによって除去し、これにより、図17(b)に示すように、 SiO_2 膜1002にコンタクトホール1002aを形成する。

【0112】さらに、アッシングなどによってレジスト膜1003を除去する。これにより、図17(c)に示すように、露光ボタンである直径 ΔW のコンタクトホール1002aを有する SiO_2 膜1002をシリコン基 30板1001上に形成したことになる。

【0113】その後、同様の露光処理を繰り返して、半導体基板1004の各チップ領域に所望の回路ボタンを形成し、これにより、各チップ領域に所望の半導体集積回路を形成する。

【0114】続いて、ダイシングによって半導体基板1004から各々の半導体チップを取得し、この半導体チップを用いてダイボンディング、ワイヤボンディングおよび封止などを行って所望の半導体装置を組み立てる。

【0115】なお、ワイヤボンディングや封止の種類に 40については、半導体装置のタイプに応じて変更可能なものである。

【0116】本実施の形態のレンズ収差測定方法およびそれに用いるホトマスクならびに半導体装置の製造方法によれば、以下のような作用効果が得られる。

【0117】すなわち、遮光膜6とハーフトーン位相シフト膜1とからなる検査ボタン2を有したホトマスクである検査用ホトマスク10(ハーフトーン位相シフトマ 50スク)を用い、この検査用ホトマスク10によって転写させた転写検査ボタン4と基準ボタンである転写基準バ

タン11とを比較することにより、サイドピーク8の転写の有無すなわち転写検査ボタン4の周囲に形成される周辺ボタン5の検出が可能となり、これにより、露光装置である縮小投影露光装置の投影レンズ108のコマ収差量を自動測定することができる。

【0118】その結果、前記コマ収差量の測定時間を短縮することができる。

【0119】なお、投影レンズ108の前記コマ収差量を自動測定することにより、露光装置導入時の受入れ検査(コマ収差量測定)を簡便にすることができる。

【0120】これにより、レンズ収差起因による製品(例えば、半導体装置)の不良の発生を低減でき、その結果、前記製品の歩留りを向上させることが可能になる。

【0121】また、転写検査ボタン4と転写基準ボタン11(基準ボタン)とを比較してコマ収差量を自動測定する方法であるため、データによる基準ボタンを用いるダイトデータベース方式であっても、実際に転写させて得た転写基準ボタン11による基準ボタンを用いるダイトダイ方式のいずれの方式にも適用させることができる。

【0122】さらに、図14に示すようなウェハ外観検査装置を用いて周辺ボタン5を検出することにより、前記ウェハ外観検査装置の検出感度で、より定量的にコマ収差量を測定することが可能になる。

【0123】また、検査用ホトマスク10において検査ボタン2および基準マスクボタン9の両者のボタン配置領域12をウェハ外観検査装置の検査領域13より大きくして配置することにより、繰り返して配置された検査ボタン2および基準マスクボタン9を認識する際にも、ウェハ外観検査装置の検査領域13内に検査ボタン2および基準マスクボタン9を配置できる。

【0124】これにより、コマ収差量の測定の誤差を低減できる。

【0125】したがって、コマ収差量の測定の高精度化を図ることができる。

【0126】以上、本発明者によってなされた発明を発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記発明の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【0127】例えば、実施の形態におけるレンズ収差測定方法では、検査用ホトマスク10に形成される検査ボタン2が多角形で、その一例として正八角形の場合を取り上げて説明したが、前記多角形は、正八角形以外の正十二角形などの多角形であってもよい。

【0128】また、前記実施の形態のレンズ収差測定方法では、ダイトダイ方式を用いた比較方法を説明したが、前記比較方法としては、ダイトデータベース方式を用いてもよい。

【0129】なお、ダイトデータベース方式では、検査用ホトマスク10上には基準マスクボタン9は形成されていても、あるいは形成されていなくてもよい。

【0130】ただし、いずれの場合であっても、基準マスクボタン9に相当するデータによる基準ボタンを予め準備する必要がある、ウェハ外觀検査装置による周辺ボタン5検出の際には、前記データによる基準ボタンと転写検査ボタン4とを比較することになる。

【0131】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0132】(1)．遮光膜と半透明膜とからなる検査ボタンを有した検査用のホトマスクを用い、このホトマスクによって転写させた転写検査ボタンと基準ボタンとを比較することにより、サイドピークの転写の有無すなわち転写検査ボタンの周囲に形成される周辺ボタンの検出が可能となり、これにより、露光装置の投影レンズのコマ収差量を自動測定することができる。その結果、コマ収差量の測定時間を短縮することができる。

【0133】(2)．投影レンズのコマ収差量を自動測定することにより、露光装置導入時の受入れ検査を簡便にすることができる。これにより、レンズ収差起因による製品の不良の発生を低減でき、その結果、製品の歩留りを向上させることが可能になる。

【0134】(3)．転写検査ボタンと基準ボタンとを比較してコマ収差量を自動測定する方法であるため、データによる基準ボタンを用いるダイトデータベース方式であっても、実際に転写させて得た転写基準ボタンによる基準ボタンを用いるダイトダイ方式のいずれの方式にも適用させることができる。

【0135】(4)．ウェハ外觀検査装置を用いて周辺ボタンを検出することにより、前記ウェハ外觀検査装置の検出感度で、より定量的にコマ収差量を測定することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)、(b)は本発明のホトマスクであるハーフトーン位相シフトマスクに形成された検査ボタンとこの検査ボタンによる転写検査ボタンの実施の形態の一例を示すボタン図であり、(a)はホトマスクの検査ボタン、(b)はレジスト膜上の転写検査ボタンである。

【図2】図1(a)に示す検査ボタンが形成されたハーフトーン位相シフトマスクを用いた際のハーフトーン領域寸法とサイドピークの光強度との関係の測定データを示す光強度変化図である。

【図3】(a)、(b)は図1に示す検査ボタンが形成されたハーフトーン位相シフトマスクと比較例のホトマスクを用いて転写を行った際の光強度の分布の一例を示す図であり、(a)は図1に示すハーフトーン位相シフトマスクによる光強度分布、(b)は比較例のホトマスク

による光強度分布である。

【図4】(a)、(b)はハーフトーン位相シフトマスクに形成された位相シフト膜による検査ボタンとこの検査ボタンによる転写検査ボタンの一例を示すボタン図であり、(a)は位相シフト膜による検査マスクボタン、(b)はレジスト膜上の転写検査ボタンである。

【図5】(a)、(b)は本発明のレンズ収差測定方法に用いられるハーフトーン位相シフトマスクに形成された検査ボタンとこの検査ボタンによる転写検査ボタンの実施の形態の一例を示すボタン図であり、(a)はホトマスクの検査ボタン、(b)はレジスト膜上の転写検査ボタンである。

【図6】(a)、(b)は本発明のレンズ収差測定方法に用いられる比較用のホトマスクに形成された基準ボタンとこの基準ボタンによる転写基準ボタンの実施の形態の一例を示すボタン図であり、(a)はホトマスクの基準ボタン、(b)はレジスト膜上の転写基準ボタンである。

【図7】本発明のレンズ収差測定方法に用いられるハーフトーン位相シフトマスクに形成された検査ボタン群と基準ボタン群の実施の形態の一例を示すマスクボタン図である。

【図8】図7に示すハーフトーン位相シフトマスクを用いて転写を行った際の転写検査ボタン群と転写基準ボタン群の実施の形態の一例を示す転写ボタン図である。

【図9】図7に示すハーフトーン位相シフトマスクを用いて転写を行った際の転写検査ボタン群と転写基準ボタン群の実施の形態の一例を示す転写ボタン図である。

【図10】図7に示すハーフトーン位相シフトマスクを用いて転写を行った際の転写検査ボタン群と転写基準ボタン群の実施の形態の一例を示す転写ボタン図である。

【図11】図7に示すハーフトーン位相シフトマスクを用いて転写を行った際の転写検査ボタン群と転写基準ボタン群の実施の形態の一例を示す転写ボタン図である。

【図12】図7に示すハーフトーン位相シフトマスクを用いて転写を行った際の転写検査ボタン群と転写基準ボタン群の実施の形態の一例を示す転写ボタン図である。

【図13】(a)、(b)は本発明のレンズ収差測定方法においてボタン検査装置を用いた際のボタン配置領域および装置検査エリアの一例を示す図であり、(a)は検査ボタン群、(b)は基準ボタン群である。

【図14】本発明のレンズ収差測定方法において用いるウェハ外觀検査装置の構成の一例を示す構成概略図である。

【図15】本発明のレンズ収差測定方法で用いる露光装置の一例であるステップの構成を示す概略構成図である。

【図16】(a)、(b)は図15に示すステップを用いた半導体装置の製造方法の一例を示す要部断面図である。

【図17】(a), (b), (c)は図15に示すステップを用いた半導体装置の製造方法の一例を示す要部断面図である。

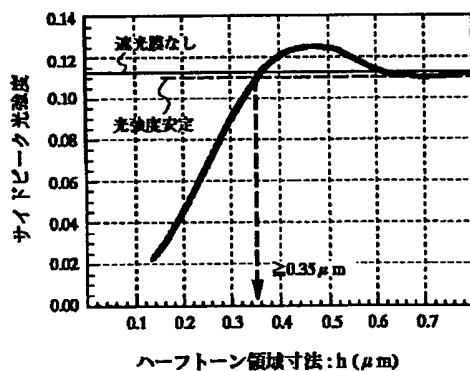
【符号の説明】

- 1 ハーフトーン位相シフト膜(半透明膜)
- 2 検査ボタン
- 3 レジスト膜
- 4 転写検査ボタン
- 5 周辺ボタン
- 6 遮光膜
- 7 輪郭線
- 8 サイドピーク
- 9 基準マスクボタン
- 10 検査用ホトマスク(ホトマスク)
- 11 転写基準ボタン(基準ボタン)
- 12 ボタン配置領域
- 13 検査領域
- 14 検査ボタン群
- 15 基準ボタン群
- 16 転写検査ボタン群
- 17 転写基準ボタン群
- 101 光源
- 102 フライアイレンズ
- 103, 105 コンデンサレンズ
- 104 ミラー
- 106 露光用ホトマスク

- 107 ベリクル
- 108 投影レンズ
- 109 半導体ウェハ
- 110 試料台
- 111 Zステージ
- 112 XYステージ
- 113, 114 駆動手段
- 115 レーザ測長機
- 116 ミラー
- 10 117 マスク位置制御手段
- 118 マスクステージ
- 119 主制御系
- 201 検査部
- 202 モニタ部
- 203 操作部
- 204 出力部
- 205 半導体ウェハ
- 206 ウェハカセット
- 1001 シリコン基板(ベース基板)
- 20 1002 SiO₂膜(酸化膜)
- 1002a コンタクトホール
- 1003 レジスト膜
- 1003a 開口孔
- 1003b 開口孔形成領域
- 1004 半導体基板
- 1005 露光用の光

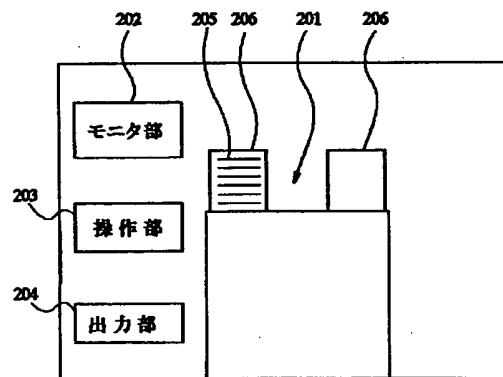
【図2】

図 2



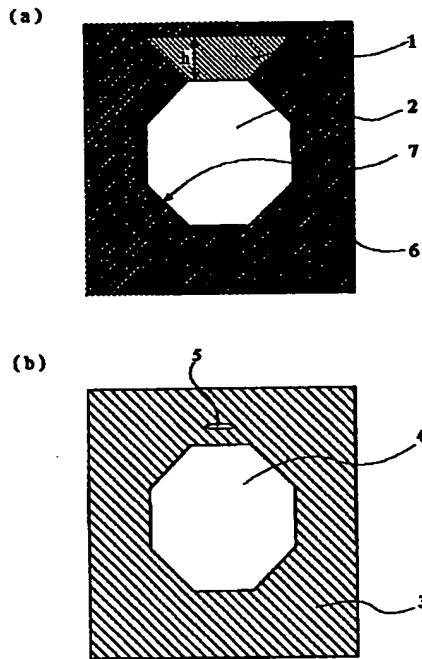
【図14】

図 14



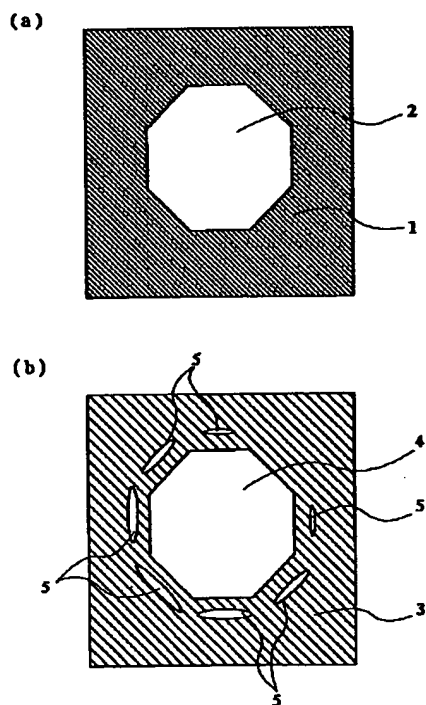
【図1】

図 1



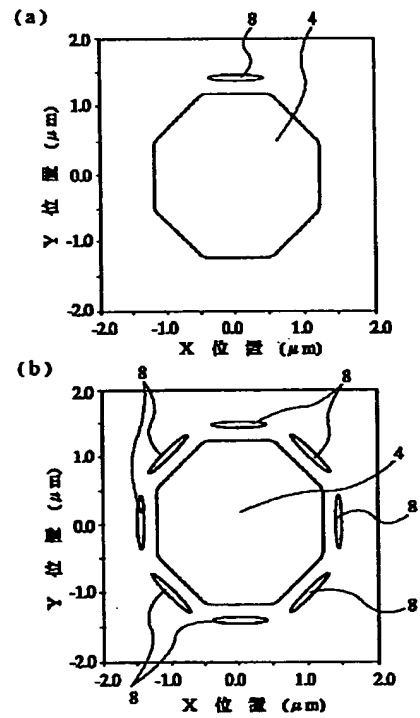
【図4】

図 4



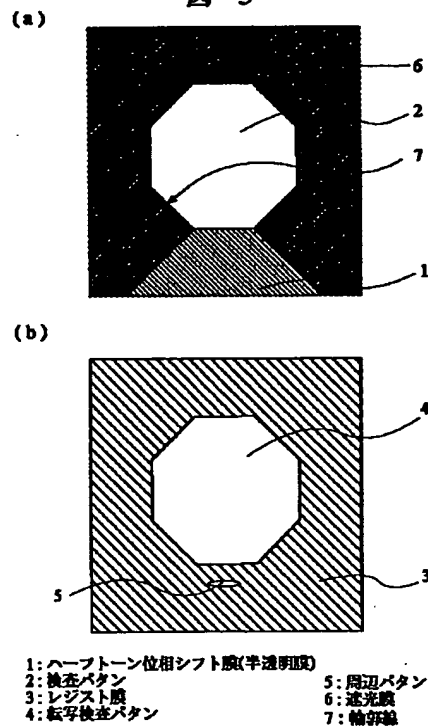
【図3】

図 3



【図5】

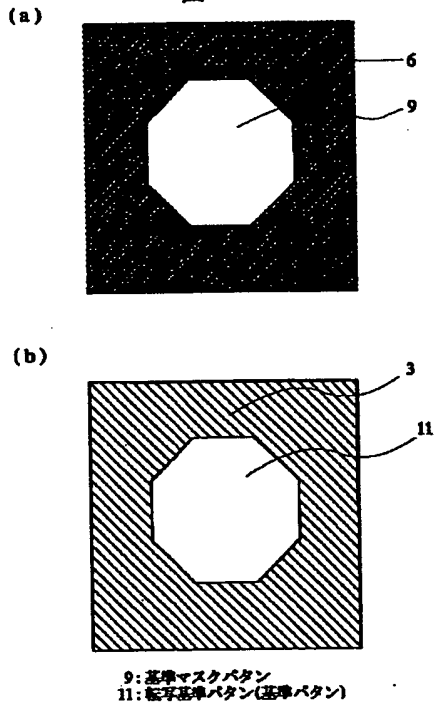
図 5



- 1: ハーフトーン位相シフト膜(半透明膜)
 2: 検査パターン
 3: レジスト膜
 4: 転写検査パターン
 5: 周辺パターン
 6: 透光膜
 7: 軸方向

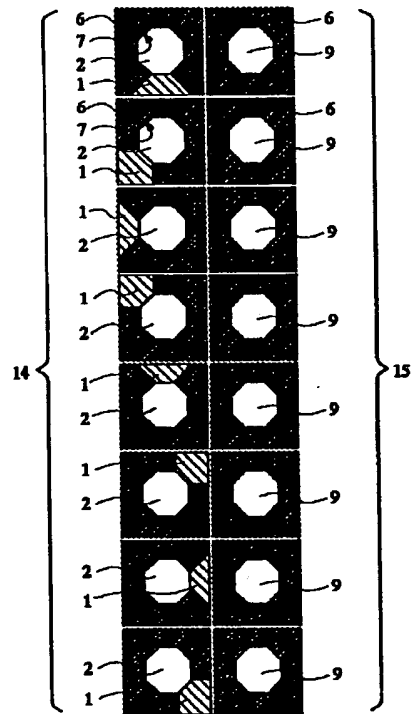
【図6】

図 6



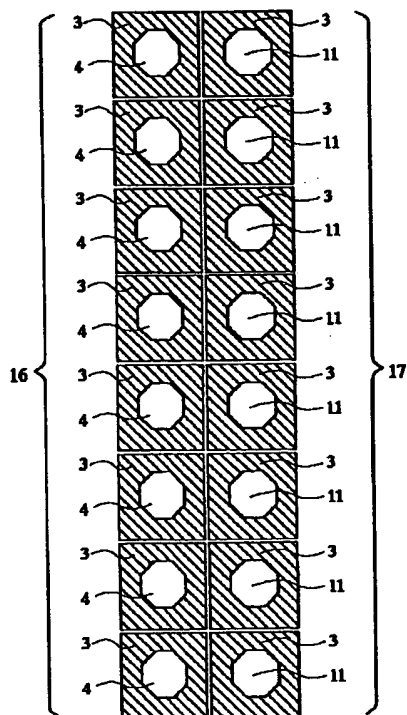
【図7】

図 7



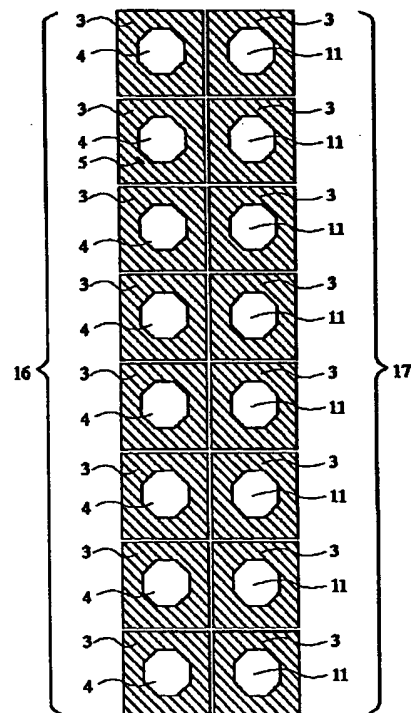
【図8】

図 8



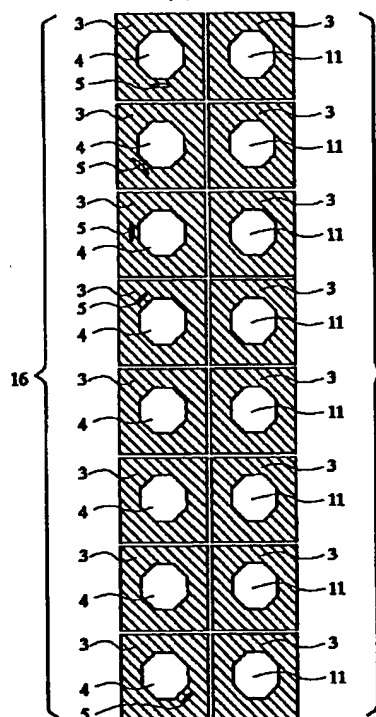
【図9】

図 9



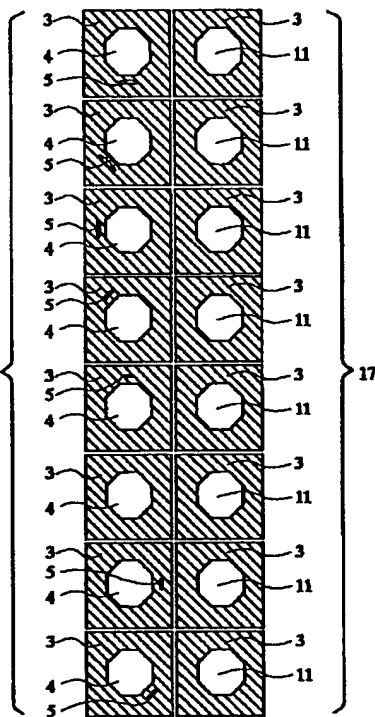
【図10】

図 10



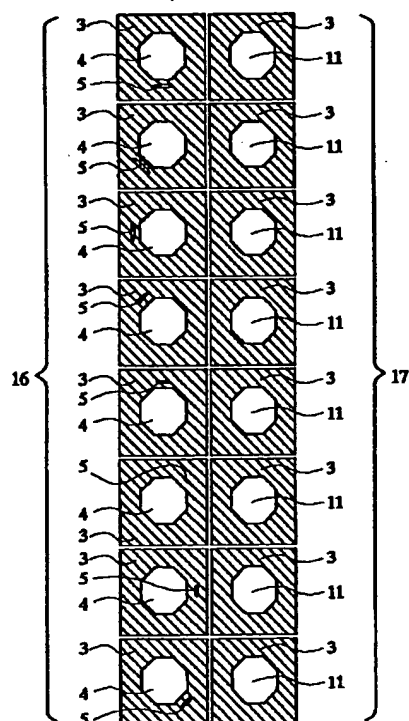
【図11】

図 11



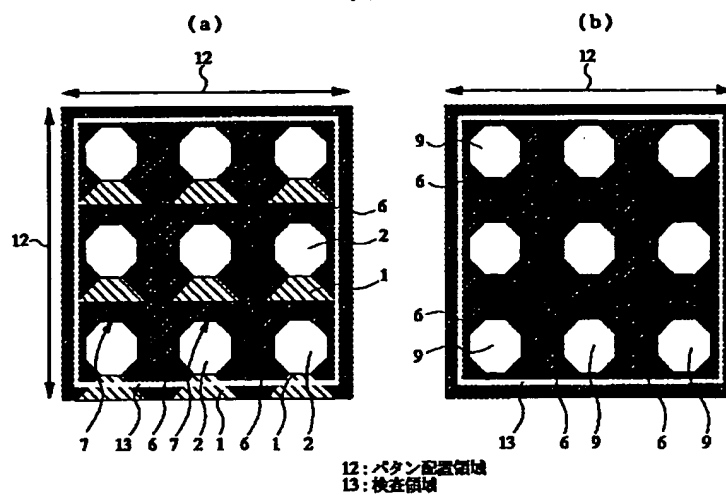
【図12】

図 12



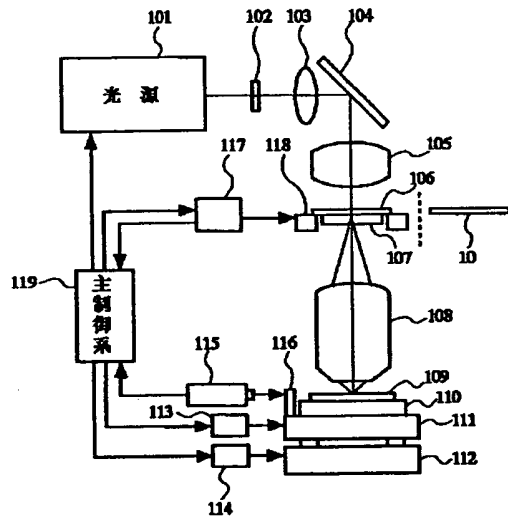
【図13】

図 13



【図15】

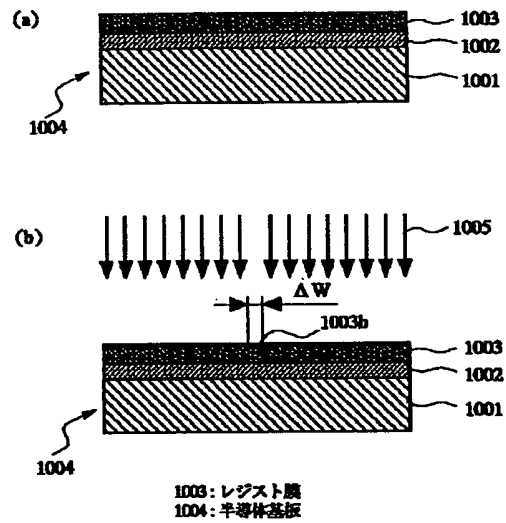
図 15



10: 検査用ホトマスク(ホトマスク)

【図16】

図 16



【図17】

図 17

